

**CONTROLE DE *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA;
RHINOTERMITIDAE) COM ISCA ASSOCIADA A
INSETICIDAS E/OU *Beauveria bassiana* EM
CANA-DE-AÇÚCAR**

JOSÉ EDUARDO MARCONDES DE ALMEIDA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **SÉRGIO BATISTA ALVES**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade
de São Paulo, para a obtenção do título de
Doutor em Ciências, Área de Concentração:
Entomologia.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro - 1998

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Almeida, José Eduardo Marcondes de

Controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera; Rhinotermitidae) com isca associada a inseticidas e/ou *Beauveria bassiana* em cana-de-açúcar / José Eduardo Marcondes de Almeida. - Piracicaba, 1998.

131 p. : il.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998.
Bibliografia.

1. Bioecologia 2. Cana-de-açúcar 3. Controle biológico 4. Cupim-subterrâneo 5. Fungo entopatogênico 6. Inseticida 7. Isca I. Título

CDD 633.61

**CONTROLE DE *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA;
RHINOTERMITIDAE) COM ISCA ASSOCIADA A
INSETICIDAS E/OU *Beauveria bassiana* EM
CANA-DE-AÇÚCAR**

JOSÉ EDUARDO MARCONDES DE ALMEIDA

Aprovada em: 03/04/1998

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Sérgio Batista Alves

ESALQ/USP

Profa. Dra. Ana Maria Costa-Leonardo

UNESP/Rio Claro-SP

Prof. Dr. Gilberto Casadei de Batista

ESALQ/USP

Prof. Dr. Julio Marcos M. Walder

CENA/USP

Prof. Dr. Newton Macedo

UFScar/Araras-SP

Prof. SÉRGIO BATISTA ALVES

Orientador

À minha esposa Ana Paula
OFEREÇO E DEDICO este
trabalho.

“Acho que a base do sucesso em qualquer atividade está em primeiro em se ter uma oportunidade, que geralmente aparece não porque você cria o momento, mas porque alguém chega e abre uma porta.”

Ayrton Senna

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para que eu realizasse esse curso de Pós-graduação.

Ao Departamento de Entomologia da ESALQ pela acolhida e por ter me colocado a disposição suas instalações, equipamentos e recursos.

Ao Prof. Sérgio Batista Alves, que me orientou, estimulou e se tornou um grande amigo.

Aos Professores do curso de Pós-graduação em Entomologia da ESALQ, pelos ensinamentos e colaborações.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos.

À FINEP, pelo financiamento da pesquisa.

Aos funcionários do Depto. de Entomologia da ESALQ, especialmente a Solange Aparecida Vieira, João Angelo Cerignoni e Armando Longatti.

Aos amigos do curso de Pós-graduação em Entomologia, especialmente a Alcides Moino Júnior, Luís Francisco Angeli Alves, Pedro M. O. J. Neves, Rogério Biagginoni Lopes e Marcos A. Tamai.

Aos professores Newton Macedo (UFSCar - Araras-SP), Ana Maria Costa-Leonardo (UNESP - Rio Claro-SP) e Júlio M. M. Walder (CENA/USP), pelos ensinamentos e colaborações.

Ao CENA/USP, Laboratório de Radioentomologia, pela colaboração nos trabalhos de marcação com o radioisótopo.

À Copersucar pelo apoio técnico e material, especialmente ao Engenheiro Luís Carlos Almeida e Dr. Enrico de Beni Arrigoni.

Aos meus pais Francisco e Ivanir e irmão José Francisco, pelo carinho, amor e apoio.

A todos que contribuíram na realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Danos causados por cupins em cana-de-açúcar.....	3
2.2 Estudos da ecologia e forrageamento de cupins subterrâneos.....	6
2.3 Controle químico de cupins.....	12
2.3.1 Estudos de controle químico convencional.....	12
2.3.2 Controle químico de cupins pelo método de ação lenta (“slow-acting”).....	19
2.4 - Métodos de controle não-químicos em geral.....	29
2.5 - Controle biológico de cupins com predadores e parasitóides.....	31
2.6 - Controle microbiano de cupins.....	32
3 FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE <i>Heterotermes tenuis</i> EM CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO A ARMADILHA TERMITRAP..	43
3.1 Introdução.....	43
3.2 Material e métodos.....	46
3.3 Resultados e discussão.....	50
4 ESTUDO DO TAMANHO DA ÁREA DE FORRAGEAMENTO DE <i>Heterotermes tenuis</i> EM CANA-DE-AÇÚCAR.....	57
4.1 Introdução.....	57
4.2 Material e métodos.....	59

4.3 Resultados e discussão.....	60
5 AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO DE <i>Heterotermes tenuis</i> EM CANA-DE-AÇÚCAR COM ISCAS TERMITRAP COM O FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO <i>Beauveria bassiana</i> ASSOCIADO COM OS INSETICIDAS IMIDACLOPRID E TRIFLUMURON, EM ÉPOCA DE SECA.....	65
5.1 Introdução.....	65
5.2 Material e métodos.....	67
5.3 Resultados e discussão.....	69
6 CONTROLE DE <i>Heterotermes tenuis</i> COM ISCAS TERMITRAP IMPREGNADAS COM OS INSETICIDAS IMIDACLOPRID E FIPRONIL, ASSOCIADOS OU NÃO AO FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO <i>Beauveria bassiana</i>	74
6.1 Introdução.....	74
6.2 Material e métodos.....	76
6.3 Resultados e discussão.....	78
7 CONTROLE DE <i>Heterotermes tenuis</i> E <i>Cornitermes cumulans</i> COM INSETICIDA ASSOCIADO AO FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO <i>Beauveria bassiana</i> EM ISCA ATRATIVA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	90
7.1 Introdução.....	90
7.2 Material e métodos.....	92
7.3 Resultados e discussão.....	93
7.3.1 <i>Cornitermes cumulans</i>	94
7.3.2 <i>Heterotermes tenuis</i>	101
8 CONCLUSÕES.....	107

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
-----------------------------------	-----

LISTA DE FIGURAS

	Página
3.1. Esquema da instalação de iscas Termitrap para flutuação populacional na área experimental 1 (Piracicaba-SP).....	47
3.2. Esquema da instalação das iscas Termitrap para flutuação populacional na área experimental 2 (Piracicaba-SP).....	48
3.3. A) Área de cana-de-açúcar utilizada para estudo de flutuação populacional; B) Isca Termitrap; C) Fundo da isca Termitrap com galerias de <i>Heterotermes tenuis</i> ; D) Isca Termitrap aberta retirada do solo após 7 dias.....	49
3.4. Temperatura, precipitação e flutuação populacional de <i>Heterotermes tenuis</i> na área 1 (1992-1993), com a armadilha Termitrap. (Piracicaba-SP).....	51
3.5. Temperatura, precipitação e flutuação populacional do cupim <i>Heterotermes tenuis</i> na área 2 (1993-1994) com a armadilha Termitrap (Piracicaba-SP).....	54
4.1. Porcentagem de iscas com operários e soldados de <i>Heterotermes tenuis</i> marcados com ³² P coletados em diferentes distâncias do foco inicial, em cultura de cana-de-açúcar (Piracicaba-SP).....	63
5.1. Croqui da instalação dos tratamentos do experimento de controle de <i>Heterotermes tenuis</i> em cana-de-açúcar com iscas Termitrap utilizando inseticida, regulador de crescimento e fungo entomopatogênico (Fazenda Retiro, Usina Santa Helena, Piracicaba-SP).....	68

5.2. Temperatura (°C) e precipitação (mm/alt.) dos meses de abril, maio, junho, julho e agosto de 1995, durante a avaliação do experimento de controle de <i>Heterotermes tenuis</i> com iscas Termitrap impregnadas com inseticida, regulador de crescimento e o fungo <i>Beauveria bassiana</i> (Piracicaba-SP).....	69
5.3. Média de cupins coletados antes e após a aplicação de iscas Termitrap impregnadas com inseticida, regulador de crescimento e o fungo entomopatogênico <i>Beauveria bassiana</i> (Piracicaba-SP).....	71
7.1. Comparação das médias das notas de população de <i>Cornitermes cumulans</i> nos tratamentos com as médias obtidas nas iscas centrais para monitoramento das parcelas em avaliações a 30, 60 e 90 dias (Altinópolis - SP).....	97
7.2. Comparação das médias das notas de danos por <i>Heterotermes tenuis</i> e <i>Cornitermes cumulans</i> em iscas tratadas com as médias obtidas nas iscas centrais para o monitoramento das parcelas, em avaliações a 30, 60 e 90 dias (Altinópolis - SP).....	98
7.3. Comparação das médias das notas da população de <i>Heterotermes tenuis</i> nos tratamentos com as médias nas iscas centrais para monitoramento das parcelas em 30, 60 e 90 dias (Altinópolis - SP).....	106

LISTA DE TABELAS

	Página
3.1. Coleta de <i>Heterotermes tenuis</i> em armadilhas Termitrap na região de Piracicaba-SP no período de janeiro a maio dos anos de 1993, 94 e 95.....	55
4.1. Contagem de radioatividade em cintilador líquido, pelo teste de Cerenkov, de cupins da espécie <i>Heterotermes tenuis</i> , coletados em iscas Termitrap na região de Piracicaba-SP.....	61
5.1. Média de cupins por focos nos tratamentos (três repetições), no monitoramento, na ocasião da aplicação das iscas tratadas. (Fazenda Retiro, Usina Santa Helena, Piracicaba-SP).....	70
5.2. Número médio de cupins coletados durante cinco meses em época seca, após a aplicação de inseticida, regulador de crescimento associados ou não ao fungo <i>Beauveria bassiana</i> (Fazenda Retiro, Usina Santa Helena, Piracicaba-SP).....	72
6.1. Médias das notas populacionais de <i>Heterotermes tenuis</i> na ocasião da instalação dos tratamentos em iscas Termitrap contendo inseticidas associados ou não ao fungo entomopatogênico <i>B. bassiana</i> (Rio Claro-SP).....	78
6.2. Média das notas populacionais de <i>Heterotermes tenuis</i> em iscas tratadas com <i>Beauveria bassiana</i> associado ou não com inseticidas (Rio Claro-SP).....	80
6.3. Média das notas da população de <i>Heterotermes tenuis</i> em iscas para monitoramento, sem tratamento, nos focos com iscas tratadas (Rio Claro-SP).....	82

6.4. Comparação entre as médias das notas de população de <i>Heterotermes tenuis</i> das iscas laterais não-tratadas com a isca central com os tratamentos, após 15 dias (Rio Claro-SP).....	84
6.5. Comparação entre as médias das notas de população de <i>Heterotermes tenuis</i> da iscas central com tratamentos e as iscas laterais não-tratadas, após 30 dias (Rio Claro-SP).....	85
6.6. Comparação entre as médias das notas de população de <i>Heterotermes tenuis</i> das iscas laterais não-tratadas com as iscas centrais com tratamentos, após 41 dias (Rio Claro-SP).....	86
6.7. Comparação entre as médias das notas de população de <i>Heterotermes tenuis</i> das iscas laterais não-tratadas com as iscas centrais com tratamentos, após 63 dias (Rio Claro-SP).....	86
6.8. Comparação entre as médias das notas de população de <i>Heterotermes tenuis</i> das iscas laterais não-tratadas com as iscas centrais com tratamentos, após 86 dias (Rio Claro-SP).....	87
6.9. Comparação entre as médias das notas de população de <i>Heterotermes tenuis</i> das iscas laterais não-tratadas com as iscas centrais com tratamentos, após 136 dias (Rio Claro-SP)...	88
7.1. Médias das notas de danos de <i>Cornitermes cumulans</i> e <i>Heterotermes tenuis</i> em iscas Termitrap com inseticida associada ao fungo <i>Beauveria bassiana</i> , e somente fungo, após 30, 60 e 90 dias da aplicação (Altinópolis-SP).....	94
7.2. Médias da notas populacionais de <i>Cornitermes cumulans</i> em iscas Termitrap aos 30, 60 e 90 dias de avaliação (Altinópolis-SP).....	96

7.3. Comparação das médias das notas de população de <i>Cornitermes cumulans</i> das parcelas com tratamento com a média obtida nas parcelas Testemunha aos 30, 60 e 90 dias (Altinópolis-SP).	100
7.4. Médias da notas populacionais de <i>Heterotermes tenuis</i> em iscas Termitrap aos 30, 60 e 90 dias de avaliação (Altinópolis-SP).....	103
7.5. Comparação das médias das notas de população de <i>Heterotermes tenuis</i> das parcelas com tratamento com a média obtida nas parcelas Testemunha aos 30, 60 e 90 dias (Altinópolis-SP).....	105

**CONTROLE DE *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA;
RHINOTERMITIDAE) COM ISCAS ASSOCIADAS A INSETICIDAS
E/OU *Beauveria bassiana* EM CANA-DE-AÇÚCAR**

Autor: JOSÉ EDUARDO MARCONDES DE ALMEIDA

Orientador: Prof. SÉRGIO BATISTA ALVES

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi estudar a bioecologia e o controle associado do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* em cana-de-açúcar. No estudo de flutuação populacional de *H. tenuis*, com iscas Termitrap, foi possível constatar menor número de indivíduos no inverno (época de seca), nas iscas próximas à superfície do solo. No verão, o número de indivíduos coletados nessas iscas foi muito alto. Devido à desestruturação do solo e conseqüente destruição das galerias de forrageamento, houve menor coleta de operários e soldados após a operação de reforma do canavial. Constatou-se que a área de forrageamento de uma colônia de *H. tenuis* pode variar de 3,14 a 1.256,63 m², o que possibilitou avaliar que a densidade de iscas por hectare, para estudos de controle pode ser de 30 a 35. Verificou-se também que o método de controle com iscas ("slow-acting"), utilizando os inseticidas imidacloprid a 0,01% ou fipronil 0,003% ou, o regulador de crescimento, triflumuron a 0,1 e 0,2%, associados ao fungo *B. bassiana* conseguiu reduzir a população dessa espécie de cupim em cana-de-açúcar, em qualquer época do ano.

**CONTROL OF *Heterotermes tenuis* (ISOPTERA;
RHINOTERMITIDAE) WITH ASSOCIATED BAITS TO INSECTICIDE
AND *Beauveria bassiana* IN SUGAR-CANE**

Author: JOSÉ EDUARDO MARCONDES DE ALMEIDA

Adviser: Prof. SÉRGIO BATISTA ALVES

SUMMARY

The objective of this research was to study the termite population fluctuations in sugarcane and a chemical/pathogen combination for the controlling of this pest. In the study of *H. tenuis* population fluctuation using Termitrap baits, a low number of individual was observed during the dry season in the baits close to the soil surface. In summer, the number of individuals collected in these was very high. Tillage practices in sugarcane diminished the number of termites collected in traps, possibly due to nest destruction and population reduction. The foraging area of a *H. tenuis* colony may range from 3.14 to 1,256.63 m². For foraging area within this range, a density of 25 to 35 baits/hectare was sufficient for the control studies. "Slow-acting" baits containing either insecticides, imidacloprid at 0.01% or fipronil at 0.003%, or a growth regulator, triflumuron at 0.1 and 0.2%, in combination with *B. bassiana* were tested. This control method reduced the *H. tenuis* population in sugarcane for applications made at any time of the year.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do Brasil, com grande área plantada que atinge cerca de 4.200.000 ha e ao volume de negócios que movimenta, como a exportação de açúcar e o programa nacional do álcool. Com isso, essa cultura tornou-se altamente tecnificada, com produtividade de 64.596 kg/ha em 1992 (Ministério do Planejamento e Orçamento, 1994). Porém, parte da produção é perdida pelos prejuízos causados por pragas. Atualmente, os cupins tornaram-se importantes pragas desta cultura, principalmente a espécie *Heterotermes tenuis*, pois é uma das espécies mais freqüentes e de maior distribuição (Arrigoni et al., 1989).

Os prejuízos causados por cupins, no Brasil, chegam a 10 t/ha/ano segundo estimativa de Novaretti (1985), enfatizando a necessidade de controle dessas pragas com o uso de inseticidas de alto poder residual. Até 1985, o método químico convencional utilizando inseticidas clorados vinha sendo empregado, mas com a portaria 329 do Ministério da Agricultura de 2 de setembro de 1985 que proíbe o uso desse grupo de agrotóxicos, fez-se necessário estudar novas moléculas de inseticidas, além de outras estratégias para o controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar.

O princípio de controle do método químico convencional é a aplicação de inseticida em área total, formando uma barreira química, protegendo a cultura. Entretanto, após terminar a ação residual do produto, os cupins podem voltar a atacar. Portanto, novas estratégias, tais como: controle cultural (rotação de cultura, calagem e adubação), controle biológico e

plantas resistentes ao ataque de cupins são medidas que devem ser estudadas para então serem aplicadas para o controle dessas pragas subterrâneas (Logan et al., 1990).

Além destas medidas citadas, novas estratégias de controle de cupins subterrâneos têm surgido, tal como o uso de armadilhas, que leva em conta o comportamento social deles, como trofalaxia e tigmotropismo. O princípio desta estratégia é a transmissão de agentes químicos ou microbianos diretamente para eles, visando atingir toda a colônia por contágio e troca de alimento (Myles, 1992).

Dentro destas perspectivas de controle, o uso de fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana*, é uma alternativa viável, pois além das condições favoráveis de temperatura e umidade que as colônias de *H. tenuis* oferecem e do comportamento social dessa espécie, este fungo pode ser utilizado em armadilhas atrativas como a Termitrap, já desenvolvida para o monitoramento em cana-de-açúcar e florestas, pela estratégia de introdução inoculativa, podendo ser usado em associação com um inseticida ou regulador de crescimento em sub-dosagem (Almeida, 1994; Almeida & Alves, 1995).

Este trabalho teve como principal objetivo estudar a técnica de controle de cupins subterrâneos com isca, aplicando-se a metodologia da ação lenta, além de determinar um manejo dessas iscas em cana-de-açúcar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Danos causados por cupins em cana-de-açúcar:

Os cupins, como pragas de cana-de-açúcar, são bastante conhecidos em todo o mundo, porém são poucos os estudos que revelam a importância destes insetos nesta cultura, assim como os custos de controle.

A principal família dos cupins-praga é a Rhinotermitidae, sendo que, a espécie mais importante do Brasil é *Heterotermes tenuis*.

De acordo com Harris (1984) os cupins estão presentes no solo em grande quantidade, sendo que a sua principal fonte de alimento é a matéria orgânica em decomposição. Porém, com os desequilíbrios ecológicos, os cupins passaram a atacar plantas vivas, como é o caso da cana-de-açúcar. Nesta cultura, os danos são causados em três períodos: a) logo após o plantio, nas gemas dos toletes da cana-planta, b) no início do crescimento e perfilhamento, causando injúrias e c) após o corte, quando as soqueiras ficam vulneráveis devido ao “stress”. Os danos podem ser reconhecidos por falhas de germinação, em reboleiras, galerias nos toletes e presença de fezes próximo às soqueiras. Os cupins que atacam cana estão distribuídos em todo o mundo na faixa tropical, sendo inúmeras as espécies. No Panamá, os danos causados pelo gênero *Heterotermes* spp. são estimados em 35 %.

De acordo com Abushama & Kambal (1977) *Microtermes tragardhi* é considerado a praga mais importante na cultura da cana-de-açúcar na Guiné, África. Essa espécie ataca a cana nas fases de plantio, crescimento e

após o corte. Os autores verificaram que *M. tragardhi* chega a causar 14% de danos na cultura.

Segundo Novaretti (1985) os ataques de cupins na cana-de-açúcar e os danos podem ser divididos em: 1 - logo após o plantio, no colmo-semente e um posterior ataque às raízes, causando falhas na germinação e diminuição do vigor das plantas; 2 - na maturação, quando eles cupins penetram nos colmos provocando secamento e morte dos mesmos e 3 - nas socas, quando estão vulneráveis. Ainda, segundo o autor, os danos causados por eles chegam a 10 ton/ha/ano; daí a necessidade de controle.

O cupim *Heterotermes tenuis* foi identificado pela primeira vez atacando cana-de-açúcar no Brasil em 1986, quando se realizou um levantamento de espécies de cupins-praga desta cultura. Outras espécies foram então encontradas, mas *H. tenuis* seguida de *H. longiceps* foram as mais freqüentes e intensas, principalmente nos solos arenosos. Esses cupins penetram no rizoma e toletes, danificando a parte subterrânea até atingir a parte aérea da planta (Pizano & Fontes, 1986).

Kumarasinghe & Ranasinghe (1988) estudaram a incidência de ataque de cupins em cana-de-açúcar no Sri Lanka. Segundo estes autores, 17,4% de danos à cultura são causados por cupins. A espécie mais freqüente e mais danosa foi *Odontotermes redmani* com 86% de incidência, seguida da espécie *O. horni*, com 14%. Foram encontrados também os gêneros *Heterotermes* e *Nasutitermes*.

Segundo Gallo et al. (1988) os cupins subterrâneos são os que causam maiores danos à agricultura. Algumas espécies danificam as sementes, plantas novas e toletes de cana, sendo que no plantio o ataque é mais intenso, onde as vezes faz-se necessário o replantio.

Arrigoni et al. (1989) realizaram um levantamento de espécies de cupins nas regiões de Sertãozinho e Jaú no Estado de São Paulo. Para isso,

calcularam os danos de constância das espécies de cupins em relação aos talhões amostrados aplicando a fórmula: $C = P \times 100/N$, onde: C = constância (%), P = número de coletas contendo espécie estudada, N = número total de coletas e definiram: a) espécies constantes: mais de 50% das amostras, b) espécies acessórias: 20-50% das coletas e c) espécies acidentais: em menos de 25% das amostras. Foram encontrados e identificados sete gêneros, com nove espécies. Na região de Sertãozinho encontraram nas amostras, espécies acessórias e acidentais, sendo *C. cumulans*, *Neocapritermes opacus*, e *Procornitermes traiciffer* e na região de Jaú as espécies *C. cumulans* e *H. tenuis* foram constantes. Nos solos arenosos a espécie *H. tenuis* foi a mais freqüente.

Shahid & Akhtar (1992) verificaram que as espécies *Odontotermes guptai*, *Microtermes obesi*, *M. mycophagus* e *Eremotermes paradoxalis* foram encontradas em cana-de-açúcar em Gorjra e Paquistão. A população máxima foi encontrada em 269,1 m² em maio de 1988, quando a temperatura era de 30°C e Umidade Relativa de 64%. Os danos foram estimados em 34,5%.

Segundo Mill (1992) os cupins, como pragas, são classificados em três categorias: 1 - aqueles que são pragas esporádicas, ocorrem ocasionalmente sem causarem dano econômico; 2 - aqueles que são pragas em potencial, poderiam ser importantes se ocorresse um aumento no número de colônias e; 3 - aqueles que são pragas regulares. Na Amazônia o cupim *H. tenuis* foi encontrado atacando cana, soja, amendoim, algodão, milho, pastagens, florestas e matas nativas.

Czepak et al. (1988) avaliaram as espécies de cupins que atacam arroz de sequeiro no Araguaia. Dentre os gêneros mais nocivos, *Heterotermes* estava em terceiro lugar de importância.

Santos et al. (1997) submeteram sete variedades de cana-de-açúcar a um teste de preferência alimentar aos cupins *C. cumulans* e *C. snyderi*.

Verificaram que todas as variedades foram atacadas, porém a RB 72-454, foi a menos preferida pelas duas espécies.

2.2 Estudos da ecologia e forrageamento de cupins subterrâneos

Para o desenvolvimento de uma estratégia de controle, é importante estudar, além da biologia e comportamento, a ecologia dos cupins, verificando a sazonalidade, comportamento de ataque à cultura, bem como os seus predadores e parasitas para um possível manejo integrado com outras técnicas, tal como o desenvolvimento de uma armadilha.

Adamson (1941) cita que a observação do comportamento de cupins, em laboratório, é importante para se conhecer diversos aspectos da vida desses insetos. Para a manutenção em laboratório podem ser utilizadas placas ou cubas de vidro, com solo ou apenas blocos de madeira. Para o caso de cupins subterrâneos é importante o controle diário da umidade. De acordo com este autor, operários e soldados de *Heterotermes*, *Nasutitermes* e *Microtermes* podem ser mantidos em cubas de vidro por até 8 meses ou mais.

Tamashiro et al. (1973) desenvolveram uma armadilha para a captura de *Coptotermes formosanus* para o controle microbiano dessa praga, no Havaí. De acordo com esses autores, a aplicação direta de patógenos não é possível, já que esse inseto faz seu ninho no sub-solo. Suas galerias podem chegar a 50 m de distância, daí a importância de uma armadilha. A armadilha consistiu de uma parte de um recipiente de plástico (1,32 litros) sem o topo, de 7 x 12 cm e no interior 4 blocos de madeira de 2,5 x 10 x 30 cm. Cada armadilha foi mantida de 2 a 3 semanas no campo. Segundo esses autores, num local muito infestado, chegaram a coletar 35 000 indivíduos.

King et al. (1975) estudaram a biologia de *C. formosanus*. Para tanto, utilizaram estacas de *Pinus* sp. de 2,5 x 2,5 x 29 cm enterradas no solo, para

a coleta de indivíduos alados. A partir de um casal, observaram que a oviposição ocorreu entre 13 a 109 dias e em uma colônia até aos 278 dias. Não ocorreu oviposição durante o inverno, no primeiro ano de desenvolvimento. Os soldados apareceram no terceiro estágio larval, constituindo 10% da colônia.

French et al. (1981) utilizaram rolos de papel higiênico e blocos de madeira que permaneceram no campo por 13 meses, para estudar a preferência de diferentes espécies de cupins em áreas florestais com Callitris, Casuarina e Eucalipto, na Austrália. Observaram que a espécie mais comum foi *Heterotermes ferox*, infestando a maioria das armadilhas em todos os locais. Foram coletadas outras espécies como *Amitermes xylophagus*, *Microtermes* sp. e *Schedorhinotermes reticulatus*.

French & Robinson (1981) testaram rolos de papel higiênico para estudos de ecologia de cupins em florestas de eucalipto. Verificaram que essas armadilhas atraíram uma grande quantidade de cupins das espécies *H. ferox*, *Coptotermes frenchi* e *C. acinaciformis*

Ahmad et al. (1982) verificaram, em condições de laboratório, que a umidade relativa é primordial na sobrevivência e manutenção de colônias de cupins da espécie *H. indicola*. Os operários e soldados sobreviveram melhor a uma umidade relativa de 97%; na de 8%, a sobrevivência foi de 1,3 a 1,8 dias somente.

Su et al. (1984) citam que para o sucesso do controle de cupins subterrâneos com a técnica de controle, “slow-acting” (ação lenta), com armadilhas, é importante se conhecer o hábito de forrageamento da espécie a ser controlada. Estes autores estudaram o forrageamento de *C. formosanus* em condições de campo, marcando parte da população com o pigmento Sudan Red 7 B, com a técnica da captura, marcação e recaptura. Os resultados mostraram que os cupins selecionaram os sítios de forrageamento. Após a

seleção do sítio de forrageamento, os indivíduos daquela colônia passaram a visitar aquele sítio específico. É teoricamente possível, introduzir um agente de controle em uma parte da população forrageando e eliminar a colônia inteira.

O conhecimento do consumo alimentar também é um dado importante e Su & La Fage (1984) verificaram que o consumo estimado de madeira por *C. formosanus* foi de 55,04 mg de madeira/g de cupim/dia.

Nos estudos de ecologia e biologia de cupins subterrâneos, é importante que se aplique uma armadilha/isca com o intuito de análises e testes com essas populações atraídas. French & Robinson (1985) desenvolveram uma armadilha para ninhos de *Coptotermes lacteus*. Essa armadilha consistiu de um tubo de plástico de 200 mm x 25 mm de diâmetro, ligado a um outro tubo de 120 mm x 32 mm. Todas essas partes foram seladas com silicone. No maior tubo inseriram um rolo de papelão corrugado para atrair os cupins. De acordo com esses pesquisadores, essa armadilha serviria de suporte para estudos de ecologia, comportamento e controle da espécie.

Thompson (1985) realizou um monitoramento de solo na área de um condomínio na Flórida com estacas de pinho amarelo de 4,0 x 2,0 x 60 cm enterradas 30 cm no solo e espaçadas 30 m cada uma. Foram enterradas 790 armadilhas e das atacadas por cupins, 110 estavam infestadas com *C. formosanus*, 47 com *Reticulitermes flavipes* e quatro continham o cupim de madeira seca, *Incisitermes* sp.

Su & La Fage (1986) estudaram a manutenção do número de soldados de uma colônia de *C. formosanus*, em períodos de falta de alimento, em condições de laboratório. Observaram que na falta de alimento, os soldados que estavam junto com os operários, estes também sem alimento, foram devorados, para a manutenção da colônia. Os resultados desse estudo

sugerem que a alimentação é um dos fatores responsáveis pela flutuação de soldados numa colônia. Outros fatores, como a predação inter e intra específica também estão envolvidos nesta regulação.

Waller & La Fage (1987) estudaram o forrageamento de *C. formosanus* com relação a preferência por determinado tipo de madeira. Verificaram, com o uso de armadilhas de *Taxodium distichum* e *Pinus* sp., a avaliação da qualidade de alimento utilizado por essa espécie. Esse estudo demonstrou que *C. formosanus* modificou o recrutamento de acordo com a qualidade de alimento, indicando que o forrageamento é complexo e economicamente importante para esses insetos.

Jones et al. (1987) utilizaram rolos de papel higiênico para estudar o forrageamento de *H. aureus*, colocados de 6 em 6 metros, no solo. Observaram que o ataque pelos cupins foi generalizado, demonstrando que a distância não se constituiu num fator para o forrageamento. Verificaram também que a variação sazonal foi um forte fator no forrageamento.

Gao (1987) empregou o fungo *Tremella fuciformis*, fungo não-patogênico, em um teste de múltipla escolha com outros fungos, para verificar a atratividade a *C. formosanus* e observou ser muito atrativo para os operários desta espécie de cupim. Num teste de campo, produziu iscas com pó de bagaço para meio de cultura do fungo *T. fuciformis* (50 g), pó de *Auricularia auricola* e Mirex na proporção de (1:1:1) e adicionou-se 500 ml de ágar 3%. Os resultados do teste de campo foram promissores, demonstrando o poder atrativo de *T. fuciformis*.

Van der Linde et al. (1989) utilizou os radioisótopos ^{131}I e ^{125}I para localizar e delimitar as colônias de *Hodotermes mossambicus*, avaliando o forrageamento. Determinaram que as áreas de forrageamento das colônias estava entre 0,5 e 3,1 ha. Essas áreas não eram necessariamente o território exclusivo de uma única colônia.

Grace et al. (1989) utilizaram armadilhas de *Pinus* sp. de 1,5 x 1,5 x 15 cm para capturar *R. flavipes* numa área infestada. Com a técnica de marcação, com Sudan Red 7B, em papelão corrugado, marcaram uma grande quantidade de indivíduos de dois locais de captura e soltaram esses indivíduos no mesmo local da captura. Com a recaptura, estimaram a área de 266 e 1091 m² para cada uma das colônias, sendo que as galerias se estendiam numa distância de 79 m. As duas colônias estudadas possuíam, cerca de 2.1 e a outra, 3.2 milhões de indivíduos.

Duncan & Hewitt (1989) estudando o comportamento de forrageamento de *H. mossambicus*, verificaram que não houve preferência por uma espécie de capim numa savana degradada na África do Sul. Os autores iscas comerciais de carbaril e fluorsilicato de sódio, mas observaram que elas não foram transportadas, devido ao tamanho.

Jones (1990) examinou a área de forrageamento de *H. aureus* utilizando rolos de papel higiênico para o uso das técnicas de marcação e recaptura, comportamento agonístico e o delineamento territorial. As duas primeiras técnicas demonstraram ser mais confiáveis, revelando que as colônias devem ser de várias centenas a poucos milhares de metros quadrados.

Pearce (1990) desenvolveu uma armadilha de vidro de 20 x 12 x 0,2 cm com dois discos de papel cartão de 10 cm de diâmetro e 0,2 cm de espessura. Demonstraram, em campo, que uma grande quantidade de cupins podem ser coletados com esta armadilha.

Grace & Abdallay (1990) estudaram a influência do marcador, corante Sudan Red 7B sobre operários de *R. flavipes* e observaram mortalidade de 80% em 15 dias e apresentaram como alternativa o Sudan Blue 35.

Grace (1991a) cita que através dos estudos da ecologia de cupins subterrâneos com armadilhas, novas técnicas de controle estão sendo

desenvolvidas, observando um grande potencial de uso de agentes químicos e microbianos nessas armadilhas, bem como o uso de semioquímicos que afetam a orientação dos cupins, como no caso de *R. flavipes* infestando árvores em Toronto.

Fernandes & Alves (1992a) estudaram a preferência alimentar e os danos de *Cornitermes cumulans* (praga das pastagens do Brasil) às plantas, em laboratório. Observaram que, sementes de *Brachiaria* sp., toletes de cana-de-açúcar, sementes de milho secas ou germinadas e folhas de gramíneas secas foram os mais preferidos. No teste de dano, verificaram que 50% do peso de plântulas de milho foi reduzido. O dano às sementes fez com que as plântulas perdessem o vigor.

Hederson & Delaplane (1994) estudaram o comportamento sexual de alados de *C. formosanus*, observando principalmente a atração pela luz com o objetivo de se conhecer os mecanismos intrínsecos da organização da colônia e prever a revoada para a realização de uma estratégia de controle. O mecanismo de regulação da colônia desenvolveu a inibição das ninfas por alados. A atração sexual da armadilha luminosa variou todo o tempo, com predominância de fêmeas.

Haagsma & Rust (1995) estimaram o tamanho da colônia, a atividade de forrageamento, a fenologia e os parâmetros fisiológicos do cupim *R. hespereus*. Utilizaram uma armadilha de papelão corrugado para a captura de insetos. O forrageamento ocorreu em meio de outubro no “campus” da Universidade da Califórnia, e em ambiente natural ocorreu de novembro a janeiro. Na área urbana a colônia foi calculada em 830.531 insetos, comparada com uma área natural, com 103.758 indivíduos.

Com a finalidade de testar uma armadilha eficaz na atração de *H. tenuis* e para ser usada no controle desta praga em cana-de-açúcar no Brasil, Almeida & Alves (1995) testaram vários materiais em experimentos de

múltipla escolha em laboratório e campo, verificando que o papelão corrugado foi o mais atrativo. Observaram que no verão, com apenas uma semana foi possível coletar até 7 000 indivíduos numa armadilha Termitrap, assim chamada, com 15 cm de altura e 8 cm de diâmetro. Além desta espécie, verificaram que os cupins dos gêneros *Cornitermes*, *Syntermes*, *Procornitermes*, *Coptotermes* e *Nasutitermes* também foram atraídos. Essa armadilha foi desenvolvida com o intuito de monitoramento de *H. tenuis* no campo e estudos de controle com produtos químicos, IGR ou microbianos.

2.3 Controle químico de cupins

2.3.1 Estudos de controle químico convencional

O uso de inseticidas químicos ou substâncias tóxicas no solo, com a formação de uma barreira química é a técnica mais comumente utilizada para o controle de cupins nas áreas urbanas e rurais.

Novaretti (1985) em experimentos com inseticidas em áreas infestadas, verificou que os inseticidas heptacloro e Thiodan (endosulfan), ambos do grupo dos clorados, foram os que mais protegeram a cultura num período de uma estação. Por outro lado o Ministério da Agricultura, pela portaria 329 de 02/09/1985, proibiu a aplicação direta no solo desses produtos para o controle de cupins.

Osbrink et al. (1987) testaram o efeito da fumigação com sulfúrio fluorado por 22 horas em laboratório, em cupins de três famílias diferentes, totalizando dez espécies. Verificaram que *R. flavipes* e *R. tibialis* foram os mais sensíveis e *Incisitermes minor* (Hodotermitidae) o menos sensível à fumigação.

Loeck & Nakano (1988), procurando encontrar novas inseticidas para substituir os clorados no controle desses insetos, estudaram a persistência de inseticidas piretróides, cipermetrina e deltametrina em solo barro-areno-argiloso, em condições de campo, com o auxílio de operários de *Cornitermes cumulans* como bioindicadores. Verificaram que onde foram aplicados nos primeiros 21 dias ocorreu perda mais acentuada do poder residual, contudo, ao longo do tempo mostraram persistência mais estável. Além disso, os resultados de persistência dos piretróides testados foram comparáveis com o inseticida carbofuran. Observaram também que os piretróides mudaram o comportamento dos operários de *C. cumulans*, provocando o seu agrupamento e diminuindo suas atividades durante 40 dias.

Novaretti et al. (1988) testaram diferentes produtos incorporados ao solo, inclusive clorados, para verificar o controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar. Verificaram que somente os inseticidas heptacloro e Thiodan mostraram-se eficientes, não apresentando um produto liberado pela lei, para uso no método de controle químico convencional.

Tsuji (1989) relatou que a formulação de fenitrothion microencapsulado para o controle de cupins, baratas e insetos que atacam madeira, foi eficiente para o caso dos cupins, causando também mudança no comportamento das colônias.

De acordo com Teran (1989) os cupins estão bem distribuídos nos canaviais do Brasil, tornando-se pragas em potencial. Entretanto, técnicas de manejo cultural e resistência de plantas, apesar de serem importantes, a barreira química com inseticidas, com alto poder residual, ainda é a mais indicada dentro do Manejo Integrado de Pragas subterrâneas.

Cowie et al. (1989) relataram que os cupins são considerados pragas importantes em florestas tropicais na África e Indo-Malásia, ocorrendo ataques, desde o plantio da muda por *Mastotermes* sp. e *Microtermes* sp., no tronco por *Coptotermes* spp. e na madeira colhida por *Cryptotermes* spp. e

Nasutitermes spp. Estes autores citam que o controle deve ser realizado mediante análise de danos e custos. Para o caso de madeira seca, o uso de variedades resistentes é a medida mais viável; para o caso de danos no tronco, o uso de inseticidas clorados impregnados em iscas é o mais utilizado, além do pincelamento do tronco. Para o caso de mudas, a alternativa de controle mais viável é a barreira química com aldrin e heptacloro e barreiras físicas com uma parte do saquinho de plástico.

Almeida et al. (1989) verificaram que os cupins dos gêneros *Cornitermes*, *Procornitermes*, *Syntermes* e *Heterotermes* são os que ocorrem mais freqüentemente na cana-de-açúcar, porém os mais maléficos são os gêneros *Heterotermes* e *Procornitermes*. Nesse trabalho, com controle químico, os autores observaram que os inseticidas heptacloro e Thiodan, clorados, foram os mais eficientes para impedir a ação desses insetos.

Os cupins da sub-família Macrotermitinae mantêm uma simbiose obrigatória com os fungos *Termitomyces* sp., sendo que muitos desses são importantes pragas de culturas e florestas nos trópicos. Ensaio de laboratório mostraram que o crescimento de *Termitomyces* sp. foi inibido em ágar contendo 0,1 g/l de A-9248 (diometil para-tilio sulfona); já em baixas concentrações, não houve inibições (Barnett & Cowie, 1990).

Su & Scheffrahn (1990), na busca de alternativas químicas para o controle de *C. formosanus* e *R. flavipes*, testaram os inseticidas comercialmente registrados como cupinidas: clorpirifós, permetrina, cipermetrina e fenvalerato e os não registrados: bifentrina, lambda-cialotrina, esfenvalerato, silancofane, tralometrina e deltametrina, no solo, em laboratório. Verificaram que *R. flavipes* foi mais suscetível a todos os cupinidas do que *C. formosanus*. Observaram também, que todos os nove piretróides testados foram repelentes, mesmo em subdosagens. O solo tratado com clordane foi mais vulnerável para a atividade de tunelamento

dos cupins, sendo que ambas espécies penetraram 5 cm no solo tratado com 10 ppm de clordane. O tunelamento foi inibido no solo tratado com 1 ppm de permetrina. Em solos tratados com deltametrina e lambda-cialotrina, a atividade de tunelamento foi totalmente paralisada para *R. flavipes* nas concentrações de 0.4 - 0.8 ppm.

Smith & Rust (1991) estudaram a atividade dos vapores dos inseticidas clordane, clorpirifós, cipermetrina e diclorvós sobre cupins da espécie *R. hespereus* em laboratório, verificando os efeitos desses vapores diretamente sobre os insetos e no solo. O efeito sobre os insetos foi mais intenso, pois os vapores de clordane, clorpirifós, cipermetrina e diclorvós, após 12 horas causaram 68, 96, 52 e 68% de cupins moribundos respectivamente. Em solo, o diclorvós foi o que causou maior porcentagem de insetos moribundos. De acordo com esses autores, os vapores podem causar mortalidade em *R. hespereus*. Entretanto, os vapores dos inseticidas em solo seco, não se movem suficientemente para matar os cupins.

Novaretti *et al.* (1991) estudaram a influência do cultivo químico comparando com o método convencional de destruição da soqueira, com relação ao controle de nematóides e cupins. Foram utilizados o inseticida heptacloro (40 CE) e o nematicida carbofuran (5 G). Onde se procedeu o cultivo químico, os decréscimos de produção foram da ordem de 29,36 t/ha para o tratamento nematicida e 8,93 t/ha para o tratamento inseticida. Nas parcelas onde se procedeu a destruição das socas o ganho em relação à testemunha foram de 15,31 ton/ha para o carbofuran e 0,13 t/ha para o heptacloro revelando, portanto, que a destruição mecânica convencional exerce um efeito significativo no controle de nematóides e cupins, quando comparadas com a destruição química.

Grace (1991b) estudou a ação do ácido bórico, octaborato de sódio tetrahidratado e um sal fino de borato de zinco, no solo, verificando o tunelamento pelos cupins e diretamente sobre os insetos das espécies *R.*

flavipes e *C. formosanus*. Observou que quando os três sais são aplicados diretamente sobre os insetos, houve mortalidade rápida. O octaborato de sódio tetrahidratado e o borato de zinco inibiram o tunelamento das duas espécies de cupins, numa concentração alta, 15 000 ppm. Na concentração mais baixa, 5 000 ppm, o octaborato de sódio causou mortalidade em *R. flavipes*. Todos os compostos causaram mortalidade de 100% após 15 dias, nas duas espécies de cupim.

Na Índia, foi realizado um teste com aldrin no solo para formar uma barreira química contra *Odontotermes obesus*. A dosagem de 25 kg/ha foi eficiente para o controle dessa espécie de cupim (Thakar et al., 1991).

Smith & Rust (1992) estudaram o efeito da lavagem do solo onde foram aplicados os inseticidas cipermetrina, clorpirifós e clordane em laboratório. Para tanto, estes pesquisadores verificaram a atividade tóxica do inseticida em aplicação tópica. Estudaram também, o efeito da água de lavagem de solos tratados com grande quantidade de inseticida (500 ppm). Foram utilizados cupins da espécie *R. hespereus*. Observaram que na aplicação tópica, a cipermetrina foi o mais tóxico dos inseticidas, seguida do clorpirifós e clordane. Em solo tratado com esses inseticidas, o clordane, na dosagem de 3,7 ppm, o clorpirifós com 0,18 ppm e a cipermetrina com 4,14 ppm causaram 100% de mortalidade após 24 horas de exposição. No estudo com solo lavado, verificaram que a atividade do clorpirifós e cipermetrina foram significativamente maior do que o solo lavado por clordane. Os resultados de deslocamento de clorpirifós, clordane e cipermetrina foi de 30, 7 e 7 cm, respectivamente. Os efeitos subletais da cipermetrina foram detectados com até 42 cm de profundidade.

Grace et al. (1992) testaram o efeito do silafluorfen, uma nova molécula química no controle de *C. formosanus* em aplicação direta no solo. Verificaram que operários de *C. formosanus* colocados em exposição direta

com o inseticida a 100 ppm, morreram após 24 horas. Na concentração de 10 ppm no solo, ocorreu uma repelência dos cupins, pelo baixo tunelamento. Concentrações $\geq 1\ 000$ ppm reduziram o tunelamento dos operários a menos que 1 cm, sendo indicada para testes de campo.

Logan et al. (1992) testaram os inseticidas granulados clorpirifós e isofenfós, clorpirifós pó, forate, carbosulfan na saia de mudas de *Arachis hypogea*. Verificaram que o clorpirifós foi tão eficiente quanto o aldrin, também usado como testemunha. O isofenfós e o clorpirifós granulados reduziram o dano de poda, mas o efeito residual foi baixo. Os outros tratamentos não foram tão eficientes.

Su et al. (1993) utilizaram os inseticidas clorpirifós (Dursban TC, XRM-5160, Equity), permetrina (Dragnet FT), cipermetrina (Previa FT, Desmon), bifentrina (Biflex FT), isofenfós (Pryfon 6), lambda-cialotrina (PP321) e fenitrothion (Sumition 20 MC) em solo para verificar a formação de uma barreira química contra *C. formosanus* e *R. flavipes*, através do estudo do tunelamento. Após 3 horas da aplicação, os resultados indicaram que todos os inseticidas utilizados foram iguais para *R. flavipes*. Para *C. formosanus* os piretróides inibiram o tunelamento.

Rust & Smith (1993) verificaram que os solventes dos inseticidas: clorpirifós, isofenfós, permetrina e cipermetrina foram tóxicos para *R. hespereus*, com exceção do isofenfós, demonstrando que o efeito dos solventes devem ser considerados quando se analisar repelência e toxicidade dos solos tratados.

Delate & Grace (1995) estudaram o efeito do inseticida natural de *Azadiracta indica* em madeira contra *C. formosanus* em madeira de *Pseudotruga menziesii*. Esses autores verificaram que ocorreu uma mortalidade de 56,4% nos operários. De acordo com estes autores, *A. indica* pode ser utilizada como planta armadilha em silvicultura.

De acordo com Cornelius et al. (1995) as secreções da glândula anal de formigas da subfamília Dolichoderine contém terpenóides que são conhecidos pelas suas propriedades inseticidas. Esses autores testaram a repelência e a toxicidade do extrato da formiga *Ochetellus glaber* para o cupim *C. formosanus*. Quando estes foram colocados em exposição direta com o extrato, ocorreu mortalidade significativa. Os insetos também foram repelidos, mesmo após um mês de tratado o substrato.

Alves & Berti Filho (1995) citam as principais medidas de controle de cupins em áreas urbanas e rurais. Entre os principais grupos envolvidos estão os cupins de madeira seca e os cupins subterrâneos. Em áreas urbanas, o controle preventivo deve ser realizado nas etapas de vistoria, desinfestação e limpeza do local, além de aspectos envolvidos no planejamento da obra, tais como: tratamento do solo, tratamento da madeira e impermeabilização. O uso de iscas atrativas tal como a Termitrap, com inseticidas ou fungos entomopatogênicos são citados. O controle curativo, o mais caro, é realizado com inseticidas como clorpirifós, cipermetrina ou deltametrina, solúveis em água ou querosene.

Com a proibição dos inseticidas clorados para o uso no controle de cupins da cana-de-açúcar, novos produtos, com ingredientes ativos mais seguros ao ambiente já estão registrados e disponíveis no mercado, que são o Isasofós (Miral) e o fipronil (Regent), de comprovada ação de controle de cupins da cana, na formação de uma barreira química (Macedo, 1995).

Macedo et al. (1997a) testaram os inseticidas fipronil (Regent 800 WG: 200, 300 e 400 g de p.c./ha), fipronil (Regent 20 G: 10 kg do p.c./ha), isasofós (Miral 500 SC; 3, 4, 5 e 6 l do p.c./ha), endosulfan (Thiodan 350 CE: 7 l do p.c./ha), triazofós (Hostation 400 BR: 4 l do p.c./ha), silafluofen (HOE 84 498 800 CE: 2 l do p.c./ha), endosulfan (Extermite 20 SR: 5 kg do p.c./ha), heptacloro (Biarbinex 400 CE: 4 l do p.c./ha) e testemunha (sem inseticida), em parcelas onde os tratamentos foram aplicados no solo, sendo que as

avaliações foram realizadas durante dois anos, utilizando uma escala de notas de 0 a 3 (0 - ausência de cupins e 3 - mais de 100 cupins). Verificaram que após duas colheitas consecutivas da cultura, o fipronil, na formulação 800 WG apresentou o melhor controle de *Heterotermes tenuis* e de larvas de coleópteros.

2.3.2 Controle químico de cupins pelo método de ação lenta (“slow-acting”)

De acordo com Myles (1992), o método químico convencional não é adaptado para explorar o comportamento social desse inseto. Novas estratégias de controle devem ser aplicadas, tais como: barreiras e mortalidade retardada (“slow-acting”). Entre as barreiras, existem as químicas e as físicas. Na mortalidade retardada, existem duas categorias: atração e armadilhas. A estratégia de atração utiliza da ingestão voluntária de tóxicos e transmissão trofalática pela intoxicação de indivíduos, sendo a quantidade de tóxico transmitida muito pequena. Com a estratégia de armadilha, o princípio é a transmissão de agentes químicos ou microbianos diretamente sobre os cupins.

Su & Scheffrahn (1991a) discutem o uso da técnica de “slow-acting” (ação lenta) de inseticidas ou reguladores de crescimento em armadilhas. Estes autores citam que esta técnica possui duas fases: 1-fase de laboratório: para a determinação da toxicidade e tempo letal efetivo (DL_{50} e TLE_{95}) com a aplicação tópica e não preferência (repelência), a aceitação da armadilha, escolha da armadilha, repelência, deterrência e preferência bem como a eficácia do agente tóxico na armadilha e avaliação da mortalidade marcada; 2-fase de campo: estudos da população de forrageamento, programa de marcação, território, população e atividade de forrageamento, aplicação da armadilha (seleção) e avaliação: com população marcada e consumo de

madeira. Essas informações são necessárias para uma boa aplicação da técnica.

A técnica do "slow-acting", com o uso de armadilhas, não é tão recente. Findlay (1971) testou fluorsilicato de sódio, endosulfan, carbaril e bromofós comparados com o dieldrin em armadilhas de casca de nozes, numa área de pastagem em Mangudus, na África. Cada inseticida foi aplicado na isca em dosagem baixa, média e alta, instalados em parcelas de 93 m² infestadas com *Hodotermes mossambicus*. O autor verificou que o *H. mossambicus* pode ser controlado por esses inseticidas, pois houve diminuição no forrageamento de operários e uma diminuição potencial dos danos na pastagem. Logo após a aplicação, observou que houve um aumento de ninfas e operários na superfície, indicando que as armadilhas causaram uma mortalidade nas colônias. Verificou também que houve a reinfestação após 22 meses da instalação dos tratamentos.

Esenther & Beal (1974) verificaram a eficiência da armadilha de madeira de *Liquidambar styraciflua* de 0,6 X 2,5 x 3,8 cm com marcador plástico, enterradas a 2.5 cm da superfície do solo e impregnadas com 32 mg de Mirex + atraente, numa área infestada com *Reticulitermes* spp.. Constataram que houve um efeito tóxico que suprimiu as colônias naturais do cupim na região onde eles são pragas mais importantes. Estes autores citam que o método de controle com armadilhas é eficiente, pois com uma dosagem baixa de inseticida a colônia de cupim foi eliminada.

Ostaff & Gray (1975) estudaram o uso de armadilhas impregnadas com Mirex para o controle do cupim *R. flavipes* em Toronto, pois segundo algumas estimativas os danos e os custos para o controle deles chegam a US\$ 250 000/ano. Segundo estes autores, o uso de armadilhas tóxicas é muito mais barato, simples de aplicar e reduz o impacto ambiental em relação ao método convencional. As armadilhas tóxicas consistiram de blocos de *Pinus resinosa* de 2,5 x 3,8 x 0,5 cm, impregnados com 10 mg de Mirex e

enterrados a 2.5 cm da superfície do solo. As avaliações foram realizadas durante três anos. No primeiro, verificaram uma frequência de ataques de 16.8 %; já no segundo ano, chegou a 40% e no terceiro ano 7%, sendo que esses resultados indicam que houve uma diminuição da população durante o terceiro ano de avaliação. Os dados também indicaram que a atividade de cupins foi estimulada durante o segundo ano. O custo por armadilha foi de US\$ 0.02.

Esenther & Beal (1978) verificaram que armadilhas de *L. styraciflua* impregnadas com Mirex (10 mg/ armadilha) controlaram cupins das espécies *R. flavipes*, *R. virginicus* e *R. hageni* em área urbana, protegendo as construções durante quatro anos.

Paton & Miller (1980) estudaram o controle de *Mastotermes darwiniensis* com armadilhas impregnadas com Mirex. No estudo de laboratório a concentração de 0,07%, após 9 dias, causou 90% de mortalidade. A dose letal foi estimada em 9µg/g de peso. Em florestas de *Pinus caribaea* infestadas com *M. darwiniensis*, os autores utilizaram o marcador Lantanium 140 em armadilhas para diferenciar colônias. Verificaram que a população de *M. darwiniensis* diminuiu, usando um mínimo de inseticida e exposição a um pequeno número de armadilhas para cada colônia.

Prestwich et al. (1983) testaram, em condições de laboratório, o w-fluoralquil e w-fluoracil contendo lipídios altamente tóxicos em armadilhas como método de controle de cupins. Esses inseticidas são rapidamente catabolizados “in vivo”. No teste, verificaram que essas substâncias não foram tão atraentes e porém tóxicas, matando 100%, em 12 a 24 horas.

Jones (1984) experimentou o regulador de crescimento, fenoxycarb, em armadilhas de *L. styraciflua*. Colônias de cupins das espécies *R. virginicus* e *C. formosanus* foram usadas para o teste em laboratório. Todos

os estágios de *R. virginicus* foram atingidos pelo fenoxycarb, a casta dos soldados e operários não se diferenciaram e nos alados ocorreu uma pigmentação. crescimento e formação das asas anormais, após 4 semanas da aplicação das armadilhas com fenoxycarb. Para *C. formosanus*, após 6 semanas. ocorreu variações morfológicas em todas as castas, ocorrendo declínio significativo na colônia.

Howard (1984) estudou a aplicação de methoprene em diferentes concentrações variando de 2 a 200 mg por armadilhas de *Pinus* sp. para o controle de *R. flavipes* em condições de laboratório. Este pesquisador verificou que reguladores de crescimento, como o methoprene podem ser utilizados no controle de cupins. Observou, ainda, que nas maiores concentrações. o consumo da armadilha foi menor, bem como as maiores mortalidades. sendo que após 7 semanas, na concentração de 200 mg, havia apenas 34.5% de sobreviventes. Na maior concentração, ocorreu uma diminuição da população de protozoários no intestino dos operários.

Segundo Su et al. (1987) a estratégia de ação lenta (“slow-acting”) de inseticidas com armadilhas usa da premissa que uma colônia inteira de cupim pode ser destruída se somente uma parte do sistema de galerias for tratado com uma armadilha porque o agente tóxico é distribuído para toda a colônia pelas interações sociais (trofalaxia e lambimento). Neste caso, estes autores testaram as doses de 2.000 a 20.000 ppm dos inseticidas amidohydrazone, clordane, clorpirifós e avermectin B1. Verificaram que o amidohydrazone, com 3 a 5 dias, matou 60-70% e com 10 dias, 90% da população. O avermectin B1, em baixa concentração, levou 14 dias para matar 90% da população, o clordane de 1 a 2 dias e o clorpirifós foi muito mais tóxico, matando mais rápido. Os inseticidas mais indicados para a estratégia do slow-acting foram, pois, amidohydrazone e o avermectin B1.

Su & Scheffrahn (1988a) também citaram que a “slow-acting” é uma estratégia importante para o controle de cupins subterrâneos. Testaram o

dihaloquil arysulfona A-9248 em aplicações tópica e oral sobre *C. formosanus* e verificaram que em altas concentrações ($\geq 8\ 000$ ppm) o A-9248 pode ser utilizado como um termiticida de solo ou para preservar madeira por causa das propriedades tóxicas e deterrentes. Quando usado em armadilha numa baixa concentração, pode eliminar uma colônia de *C. formosanus*. nas concentrações de 200-300 ppm.

Su & Scheffrahn (1988b) testaram o N-etil perflouroctano sulfonamida (GX071) em aplicações tópica e oral para determinar a DL_{50} para *C. formosanus* e *R. flavipes*. Verificaram que na aplicação oral a DL_{50} para *C. formosanus* foi de 0,94 $\mu\text{g/g}$ e para *R. flavipes* de 68,61 $\mu\text{g/g}$. Quando aplicado topicamente, entre 5-15 dias 90% da população de *R. flavipes* morreu e a de *C. formosanus* entre 2-7 dias.

Segundo Haverty et al. (1989) a injeção de inseticida para criar uma barreira química no solo é um método eficiente, mas de um custo e risco ambiental maior, por isso a técnica do “slow-acting” com armadilhas deve ser levada em consideração, por ser eficiente, diminuir os riscos de poluição ambiental e de baixo custo, além de ser possível o emprego de um inseticida fisiológico, ou regulador de crescimento (IGR). Portanto, estes autores testaram o methoprene e o S-31183 (Sumitomo Chemical) em armadilhas de *Pinus* de (1,8 x 1,8 x 1,8 cm), para cupins da espécie *C. formosanus*, em condições de laboratório. Foram utilizados 150 cupins/repetição sendo 120 operários e ninfas de terceiro ínstar e 30 soldados. O methoprene foi aplicado nas concentrações 0, 4, 100 e 500 ppm e o S-31183 nas concentrações 0, 20,100, 500 e 2500 ppm. Nos tratamentos com methoprene, verificaram uma diminuição significativa no número de operários, devido a efeitos fisiológicos na ecdise e o efeito tóxico nos protozoários simbióticos. Já o S-31183 foi menos eficiente em causar efeito no desenvolvimento do pré-soldado, mesmo nas altas concentrações, além de ser repelente ao *C. formosanus*. Portanto, o

methoprene é o mais indicado para continuar os estudos do uso de IGRs no controle de cupins subterrâneos com armadilhas.

Su & Scheffrahn (1989) demonstraram que o regulador de crescimento pode ter efeitos diferenciados para cada espécie de cupim. O IGR S-31183 quando aplicado em *C. formosanus* não foi tão eficiente quanto para *R. flavipes*. Para essa espécie, o S-31183, nas concentrações de 30 ou 150 ppm não causou deterrência, nas altas concentrações, observando-se mortalidade de 80% da população. Os resultados indicam que o S-31183 pode produzir controle médio de colônias de *R. flavipes* se aplicado em armadilhas nas concentrações de 30 a 150 ppm.

Su & Scheffrahn (1991b) testaram o Mirex e a sulfluramida topicamente e em armadilhas sobre os cupins *C. formosanus* e *R. flavipes*. Observaram que na ação tópica, o Mirex foi mais tóxico que a sulfluramida para *C. formosanus* e no caso de *R. flavipes* foi aproximadamente 34 vezes mais potente. Nas armadilhas, as concentrações de Mirex e sulfluramida, 10 ou 30 ppm foram aceitáveis para as duas espécies de cupins, *C. formosanus* e *R. flavipes*, respectivamente. As concentrações de Mirex acima de 10 ppm causaram mortalidade $\geq 68\%$ em *C. formosanus* e acima de 15 ppm, mortalidade $\geq 90\%$ para *R. flavipes*. A sulfluramida causou mortalidade $\geq 68\%$ para *C. formosanus* a 4 ppm e mortalidade $\geq 80\%$ para *R. flavipes* na concentração de 188 ppm, ambos após 8 semanas de exposição.

French (1991) cita que a utilização de armadilhas de madeira com Mirex, reguladores de crescimento, atraentes e inseticidas para o controle de *Coptotermes* spp. em áreas residenciais na Austrália, é um método eficaz para a diminuição da população desses cupins.

Jones (1991) estudou em condições de campo e laboratório a ação de disódio octaborato tetrahidratado (TLM-BOR) em armadilhas de papelão corrugado, sobre cupins da espécie *Heterotermes aureus*. Em laboratório,

verificou que as concentrações de 0,2 a 1,4 % foram as que tornaram os insetos moribundos após 2 semanas. Em campo, numa área de comprovada infestação por esta espécie de cupim citada, com armadilha de papelão, utilizou a concentração de 1% de TIM-BOR impregnado nas armadilhas. Observou que após 6 meses, através da marcação de cupins com corante na armadilha, houve diminuição de 90.000 operários. A recaptura dos cupins marcados, indicou que eles não emigraram da área tratada.

Su et al. (1991) aplicaram o diiodometil para-tolil sulfonado (A-9248) em armadilhas de *Pinus* sp. em uma área urbana infestada de *C. formosanus*. na concentração de 600 ppm (peso/peso) por armadilha. Estas armadilhas permaneceram no local por 1 ano. Observaram que a atividade de forrageamento das colônias após esse período diminuiu de 65-98%, demonstrando que as armadilhas, com este regulador de crescimento, pode diminuir a população de uma colônia, tornando-se um instrumento potencial no controle de cupins.

Zeck & Monke (1992) estudaram o efeito sinérgico do imidacloprid, um inseticida do grupo das nitroguanidinas, com fungos *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces farinosus*, *Conidiobolus coronatus*, *Beauveria bassiana* e *Actinomucor* sp. em cupins das espécies *R. flavipes* e *C. formosanus*. Verificaram que o solo tratado com 1 ppm de imidacloprid, e os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* causou mortalidade mais rápida do que somente o imidacloprid na concentração de 1 ppm. Observaram, ainda, que o imidacloprid não foi repelente aos cupins *R. flavipes* e *C. formosanus*.

Segundo Su & Scheffrahn (1993), os reguladores de crescimento são candidatos promissores para o uso em armadilhas no controle de cupins, por causa do poder de ação gradual e cumulativo. Estes autores avaliaram o potencial de dois reguladores de crescimento, hexaflumuron e diflubenzuron, com armadilhas de madeira (blocos) contra os cupins *C. formosanus* e *R.*

flavipes. Após três semanas de exposição ao hexaflumuron, os sintomas de inibição da ecdise ocorreram em ambas as espécies. Os autores observaram, também, que aumentou o canibalismo e os indivíduos que escaparam a este, eventualmente morreram após as lesões necróticas. As concentrações de hexaflumuron que causaram 90% de mortalidade foram 15,6 e 2 ppm para *C. formosanus* e *R. flavipes* respectivamente. O diflubenzuron mostrou efeito de repelência para ambas as espécies de cupim, demonstrando que o hexaflumuron é mais indicado para uso em armadilhas.

Segundo Su et al. (1994) para o uso da técnica do “slow-acting” em armadilhas para o controle de cupins subterrâneos, é necessário se estimar a dose sub-letal para cada espécie e inseticida. Para tanto, estes autores testaram sulfluramida, declorane, hydransentilnon e ácido bórico sobre cupins *C. formosanus* e *R. flavipes* respectivamente. A sulfluramida foi mais tóxica para *C. formosanus* ($DL_{50} = 4,31 \mu\text{g/g}$) e o declorane foi mais tóxico para *R. flavipes* ($DL_{50} = 4.18 \mu\text{g/g}$).

Su (1994) avaliou o efeito de hexaflumuron em colônias de campo de *C. formosanus* e *R. flavipes* com armadilhas de madeira. O autor verificou que aproximadamente 4 - 1 500 mg de hexaflumuron foram necessárias para reduzir de 90 - 100% as colônias dos cupins.

Schoknecht et al. (1994) testaram uma formulação microencapsulada de permetrina em armadilhas contra *Heterotermes indicola*. Observaram que o microencapsulado foi transmitido por trofalaxia e o solvente utilizado não causou repelência aos insetos, demonstrando boa aplicabilidade.

Almeida & Alves (1996) estudaram a concentração sub-letal de imidacloprid ao cupim *H. tenuis* em iscas (Termitrap), associado ou não fungo *B. bassiana*. No teste de concentração de imidacloprid verificaram que as concentrações 0,01 e 0,1% causaram mortalidade total após seis dias. Constataram também que não houve repelência das iscas aos insetos. No

experimento de associação de imidacloprid com o fungo, utilizaram as concentrações 0.01 e 0.001%. sendo que o fungo *B. bassiana* isolado 634 foi aplicado nas iscas Termitrap (papelão) nas formulações: conídio puro, pasta de arroz com conídios e micélio seco. Verificaram que houve compatibilidade do fungo *B. bassiana* com o inseticida imidacloprid, além de não haver repelência dos cupins ao fungo. Os tratamentos com fungo mais inseticida e somente o fungo causaram mortalidade maiores (imidacloprid 0,001% + fungo em conídio puro = 68,9% de mortalidade) que o tratamento com o inseticida isoladamente (imidacloprid 0,001% = 3,1% de mortalidade), observando-se um pequeno efeito sinérgico quando se utilizou micélio seco mais o inseticida. O tratamento com conídios puros causou mortalidade mais rápida que os demais tratamentos ($TL_{50} = 2,34$ dias).

Boucias et al. (1996) estudaram a ação do inseticida imidacloprid isolado e em interação com *B. bassiana* na suscetibilidade do cupim *R. flavipes* ao fungo *B. bassiana*, além de estudarem os mecanismos de defesa do cupim *R. flavipes* ao fungo entomopatogênico citado. Em um primeiro bioensaio, testaram concentrações de imidacloprid, de 0,1 a 0,000001% em solo esterilizado e verificaram que o comportamento de *R. flavipes* foi totalmente modificado nas concentrações do inseticida maiores que 0,0001%, principalmente com relação ao tunelamento. Nesses bioensaios, verificaram, ainda, o surgimento do fungo *Conidiobolus cornatus*, sendo que a incidência deste estava correlacionada com a concentração de imidacloprid. Em bioensaios onde as concentrações do inseticida foram impregnadas em papel de filtro, verificaram na concentração de 0,1% os cupins não se alimentaram mais. Em testes de interação de cupins, imidacloprid e *B. bassiana* quando impregnados no solo, relataram que os conídios de *B. bassiana* incorporados no solo não foram muito patogênicos ao cupim *R. flavipes*; somente com alta concentração, o fungo causou alta mortalidade. Entretanto, quando os cupins

foram expostos a conídios de *B. bassiana* e imidacloprid (0,001 ou 0,0001%), ocorreu um aumento significativo na susceptibilidade do cupim ao fungo *B. bassiana*. Segundo esses autores, os conídios de *B. bassiana* são rapidamente retirados da cabeça, tórax e tergitos dorsais, diminuindo a eficiência do fungo, mas onde houve a interação imidacloprid e fungo, os cupins não foram capazes de se limparem pela atividade de lambimento. De acordo com esses autores, a microbiota encontrada em túneis de cupins tem a capacidade de inibir a germinação de conídios de *B. bassiana*. Quando na presença de baixas concentrações de imidacloprid, o cupim *R. flavipes* teve o seu comportamento de trofalaxia, lambimento e tunelamento alterado com 1-2 horas após o tratamento, diminuindo assim a sua capacidade de defesa, pois segundo esses pesquisadores, o comportamento social consiste na defesa da colônia desse inseto, e o imidacloprid interfere nesse comportamento, permitindo a entrada de inimigos naturais bem como de entomopatógenos.

Macedo et al. (1997b) estudaram, em condições de laboratório, as concentrações e tempos letais, repelência/atratividade e contaminação por trofalaxia do cupim *H. tenuis* ao inseticida imidacloprid em iscas de papelão corrugado. Verificaram que na concentração 0,05%, o inseticida não causou repelência aos operários de *H. tenuis*, após 12 horas de contato das iscas de papelão com imidacloprid; com essa concentração observaram 50% de mortalidade. As concentrações mais baixas de até 0,0125% são capazes de eliminar a colônia.

French et al. (1997) estudaram os gases emitidos em colônias de *Coptotermes lacteus* em florestas de eucalipto na Austrália. Além disso, verificaram o efeito de iscas de *Pinus* sp. impregnadas com Mirex para o controle desses ninhos. Esses autores relataram que após duas semanas as colônias de *C. lacteus* que se alimentaram das iscas com o inseticida morreram em duas semanas, e o fluxo de emissão de gases foi medido

durante esse tempo, sendo verificado que a produção de CO₂, metano e o hidrogênio diminuiu após a morte da colônia.

2.4 - Métodos de controle não-químicos em geral

De acordo com Logan et al. (1990), os princípios de danos e controle dos cupins são que o ataque deles é mais severo em plantas estressadas por doença, dano físico, falta de água, nutrientes etc. O primeiro princípio de controle é analisar se é econômico ou não. As medidas de controle são: 1- impedir o acesso de cupins às plantas; 2-reduzir o número deles próximos às plantas e 3-produzir plantas menos susceptíveis ao ataque deles. As técnicas de controle não-químicos envolvem: 1-controle cultural: diminuição do estresse das plantas, mantendo o nível de nutrientes do solo, evitar variantes de água no solo, rotação de culturas, evitar danos físicos às plantas e adubação; 2-manipulação do número e comportamento dos cupins com rotação de culturas, consorciação, adição de matéria orgânica para atração dos cupins ou remoção de matéria orgânica para reduzir seu potencial de alimentação, além do uso de plantas adjacentes; 3-adensamento ou espaçamento da cultura; 4-controle biológico, que pode ser realizado de três maneiras: a) pela introdução de inimigos naturais/patógenos exóticos; b) pelo incremento dos efeitos dos predadores naturais ou patógenos pela modificação do habitat e c) pelo isolamento de raças de patógenos ou seleção de inseticidas a predadores: 1) predadores: predação dos alados na revoada por artrópodos, pássaros e répteis, predação por oportunistas (lava-pé e outras) nas outras castas, predação de formigas especialistas nas castas não-estéreis, por espécies de formigas das sub-famílias Pomerinae, Myrmicinae e Dorylinae.; 2) patógenos: vírus, bactérias (*Bacillus thuringiensis*, *Serratia marcescens* etc.), fungos entomopatogênicos e nematóides; 5- Remoção da rainha; 6- Plantas inseticidas: plantas tóxicas ou repelentes aos cupins,

materiais ou madeiras repelentes; 7-Resistência de plantas; 8- Barreira física e 9- Quarentena: evitar introdução de novas espécies.

Atu (1993) observou que o uso de mudas de mandioca de variedade dura, e a aplicação de NPKMg (12:12:17:2), reduziu o ataque dos cupins na maniva. As manivas chinesas demonstraram resistência aos cupins.

Pizano (1995) cita, além do controle químico de cupins em cana-de-açúcar, o controle cultural através da eliminação das soqueiras após a colheita nas áreas problema. A rotação de culturas também deve ser levada em consideração, com leguminosas como soja ou amendoim ou mesmo adubação verde.

O estudo de ferômonios de trilha ou de agregação é importante para serem usados como atraentes em iscas/armadilhas no controle de cupins. Tokoro et al. (1992) identificaram o feromônio marcador de trilha em cupins da espécie *C. formosanus*. A descoberta desses feromônios é importante para a técnica de "slow-acting", empregados como atraentes de armadilhas.

Laduguie et al. (1994) isolaram o (3Z, 6Z 8E)-3,6,8-Dodecatrion-1-ol pela técnica de cromatografia em fase gasosa, usando-se detector, de operários e alados de *R. santonensis*. Verificaram que esse feromônio atua na formação de trilha nos operários, mas em alados, estão presentes numa concentração 10 vezes maior, atuando como feromônio sexual.

Thorne & Haverty (1991) avaliaram, através de alguns estudos, o potencial da técnica de controle de cupins usando o comportamento agonístico, ou seja, a eliminação de uma colônia de cupim por outra, sendo considerada uma técnica promissora.

Costa-Leonardo & Thorne (1995) discutem novas técnicas de controle de cupins, como alternativas para áreas urbanas. Dentre os métodos alternativos citados estão: inspeção por cães treinados, detecção de gás e por emissão acústica. Dos métodos preventivos e curativos estão: barreiras físicas, nematóides, fumigação por calor, frio extremo, eletrocussão,

microondas, saís de boro e iscas, sendo estas últimas citadas como uma alternativa viável e já em uso.

2.5 - Controle biológico de cupins com predadores e parasitóides

Beard (1973) observou que em condições experimentais, colônias de *R. flavipes* foram invadidas e destruídas por formigas *Lasius alienus*, *L. umbratus* e *Tetramorium caespitum*. A eficiência da predação por formigas envolve mais oportunismo e pressão de alimento que um comportamento espécie-específica. As formigas podem ser muito importantes no controle de cupins, daí a importância dos estudos de identificação das espécies e comportamento, para a aplicação de técnicas de controle de cupins que preservem esses insetos que colaboram para o manejo integrado.

Longhurst et al. (1978) verificaram, na Nigéria que a subfamília Macrotermitinae é predada por *Megaponera foltens*, uma formiga predadora obrigatória. A principal espécie é *Mastotermes bellicosus*, seguida de *Odontotermes* spp. além de outras menos predadas. Nesse estudo, os autores concluíram que os fatores que influenciam a predação são: abundância de cupins, regime de forrageamento e sazonalidade. A biomassa de cupins e as reações das formigas para eles e seus produtos são envolvidos no sucesso da predação.

Longhurst et al. (1979a) estudaram a predação da formiga *Decamorium uelense* sobre pequenos cupins. Essas formigas fazem um recrutamento especializado para realizar a predação. Um pelotão fica encarregado de verificar cupins forrageando e avisar o formigueiro. Com o recrutamento, uma coluna de 10-30 formigas atacam e imobilizam os cupins. A espécie mais predada é *Microtermes* sp.. Na predação anual em savanas por *D. uelenses*, são removidos 74% da população da colônia de cupins.

De acordo com Longhurst et al. (1979b) a formiga *Megaponera foetens* é uma predadora obrigatória de cupins, encontrada na África. As espécies de cupins mais atacadas são: *Macrotermes bellicosus* e *Odontotermes* spp.. Essa espécie de formiga tem seu comportamento mediado por feromônios formando-se colunas de formigas para invadirem e tomarem as colônias de cupins.

Mill (1982) estudou a fauna de cupins e formigas predadoras de cupins na Amazônia. Observou que predadores especializados e oportunistas estavam presentes. As formigas oportunistas são capazes de dizimar toda uma colônia, como no caso das espécies *Acanthoticus* spp. e *Nemamyrmex hastigi*. A maioria dessas formigas não ataca colônias intactas e não destroem barreiras físicas. Das espécies predadoras especializadas *Pachycondyla commutata* foi a mais freqüente. Além dessas espécies, encontrou-se *P. marginata*, *Leptogenys unistimulosa*, *Centromyrmex brachyola* e *C. gigas*.

O percevejo *Salyavata variegata* foi encontrado em 40% dos ninhos cartonados de *Nasutitermes* spp. na Costa Rica. Este inseto vivem nos ninhos utilizando carcaças de cupins para atrair outros cupins (McMahan, 1983).

O estudo de parasitóides de cupins é escasso, sendo que entre os trabalhos nessa área encontra-se o de Disney (1986), que descreveu duas espécies de phorídeos. *Diplonerva mortimeri* e *D. watsoni* que parasitam cupins da subfamília Nasutitermitinae. As fêmeas ovipositam no abdome de operários, onde ocorre todo o desenvolvimento larval.

2.6 - Controle microbiano de cupins

O controle microbiano de cupins tem demonstrado ser, de uma maneira geral, uma alternativa viável segundo alguns exemplos apresentados a seguir.

Kevorikian (1947) isolou o fungo do gênero *Conidiobolus* sp. de uma criação de *Coptotermes curignatus*. Num teste de laboratório, observou que aplicação de conídios sobre operários, causou 100% de mortalidade.

Yendol & Paschke (1965) estudaram a patogenicidade de *Entomophthora coronata* e *E. virulenta* sobre *R. flavipes*. Observaram que, após 84 horas, *E. coronata* causou 97 % de mortalidade, enquanto *E. virulenta* matou apenas 7%. Num exame histológico, foi possível verificar que no tubo digestivo, *E. coronata* penetrou o tegumento, causando morte. No trato digestivo, conídios de *E. coronata* germinaram e penetraram o esôfago. A invasão de hifas na musculatura, destruiu os tecidos em 32 horas.

Smythe & Copel (1966) isolaram fungos dos gêneros *Gliomastrix* sp., *Cunninghamella* sp., *Cephalosporium* sp., *Paecilomyces* sp. e *Penicillium* sp. através da lavagem de 50 operários com soro fisiológico.

Sannasi (1969a) estudou o tegumento de uma rainha de *Odontotermes obesus* infectada com *Aspergillus flavus*. O ponto de entrada da hifa foi na região levantada do esclerito, na epicutícula. Na endocutícula da membrana intersegmental, notaram-se mudanças no esclerito e a presença de melanina.

Numa análise bioquímica da infecção de *A. flavus* em rainhas de *O. obesus*, verificou-se que o ácido ascórbico, presente na hemolinfa de insetos diminuiu após a infecção. Os polifenóis não apareceram após 1 dia da infecção, impedindo a defesa do sistema imunológico do inseto (Sannasi, 1969b).

Bao & Yendol (1971) verificaram a patogenicidade de *Beauveria bassiana* sobre *R. flavipes*. Após a 5ª e a 10ª hora da inoculação, os cupins

infectados tornaram-se inativos e com tendência de se agregarem. Os cupins infectados exibiam tremores nas antenas e pernas, até a morte. Além desses sintomas, ocorreram lentidão, descoordenação e diarreia. Os autores observaram também, que os conídios de *B. bassiana* acumularam-se nas regiões intersegmentais do tórax e abdome. A penetração do tegumento ocorreu após 16 horas da inoculação. O ciclo de *B. bassiana* completou-se entre 88 e 96 horas após a inoculação.

Yendol & Rosario (1972) estudaram métodos de inoculação do fungo *E. coronata* no cupim *R. flavipes*. Obtiveram altas mortalidades quando os insetos foram expostos nas superfícies da cultura de *E. coronata*. O estudo do método de inoculação de fungos é importante para estudos da patogenicidade e seleção de isolados.

Kimbrough & Morales (1972) observaram a presença de um fungo parasita em cupim da espécie *R. flavipes* que foi identificado como *Dimeromyces isopterus*, uma nova espécie de Laboulbenides.

Khan & Aldrich (1975) observaram a penetração de *Termitaria snyderi* em células de *Reticulitermes* sp.. Na análise microscópica, verificaram que a haustoria desse fungo contém mitocôndrias, retículo endoplasmático, microcorpos, lisossomas, microtubulos e corpos multivesiculares.

Alguns fungos estão associados a *Reticulitermes* spp. mas não de maneira parasítica, tal como *Laboulbeniopsis termitarius* um Ascomycetes, que foi descrito por Blackwell & Kimbrough (1976).

Blackwell (1978) observou o fungo *Hormiseiodeus filamentosus* infestando o tegumento de diversas espécies de cupins. No Brasil, dos 100 operários examinados da espécie de cupim *Armitermes neotenicus*, 60% estavam infectados com hifas de *H. filamentosus*.

Blackwell (1980) verificou a presença dos fungos *L. termitarius* e *Coreomycetopsis oedipus* em *R. flavipes*. Em um campo de golfe, os fungos *C. termitarius* e *Termitaria snyderi* foram encontrados em amostras de grama.

Hanel (1981) realizou um bioensaio para determinar a patogenicidade do fungo *Metarhizium anisopliae* ao cupim *Nasutitermes exitiosus*. Este autor cita que pulverizou suspensões de diferentes concentrações, sobre operários e soldados, mantidos por 11 dias a $25\pm 1^\circ\text{C}$ em aproximadamente 100% de umidade relativa. Determinou que a CL_{50} após 8 dias foi $5.16 \pm 0.67 \times 10^5$ conídios/ml e após 11 dias de $3,56 \pm 0,04 \times 10^4$ conídios/ml. Segundo o autor, um conídio foi suficiente para matar um cupim, nessas condições. Estes resultados demonstraram que *M. anisopliae* foi favorável ao controle de cupins e o autor sugere, aplicação em colônias de *N. exitiosus* em campo para comprovar a ação do fungo.

Hanel (1982a) testou 22 isolados do fungos *C. obscurus* (3), *E. virulenta* (10), *M. anisopliae* (3), *P. fumosoroseus* (2) e *Absidia coerulea* (4). Verificou que somente o *M. anisopliae* causou 100% de mortalidade, sendo o mais eficiente do que os demais fungos.

Hanel (1982b) estudou o ciclo de vida e a infectividade do fungo *M. anisopliae* sobre o cupim *N. exitiosus*. O autor demonstrou que o fungo foi eficiente ao penetrar o cupim, sendo que o tegumento e os lipídios cuticulares não são barreiras para *M. anisopliae*, como no caso de outros insetos. Verificou, ainda, que não houve melanização do hemócito ou outra reação diferente no metabolismo dos cupins. A estratégia do fungo pode ser resumida no seguinte: 1-distribuição máxima de hifas no inseto; 2- eliminação de bactérias com toxinas; 3-extrusão do conteúdo do intestino para reduzir a possibilidade de bacterioses secundárias; 4-utilização de tecidos para a produção de conídios e 5-no caso de colonização por outros organismos, a formação de estágios de resistência.

Kramm et al. (1982) verificaram que na introdução de indivíduos de *Reticulitermes* spp. contaminados com conídios de *M. anisopliae* em colônias sadias, ocorreu redução drástica da população. Os insetos mortos por *M. anisopliae*, quando introduzidos nas colônias do cupim, não foram devorados, mas sim separados, provocando um comportamento de limpeza da colônia.

Kramm & West (1982) expuseram grupos de *Reticulitermes* sp. a culturas de *B. bassiana*, *Gliocladium vireus* e *M. anisopliae*. Os indivíduos foram removidos após vários intervalos de tempo e o conteúdo do intestino foi plaqueado em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar). Vários esporos viáveis foram retirados após 8 horas da exposição. O fungo reisolado do intestino dos cupins doentes foram patogênicos aos cupins sadios. Um exame histológico demonstrou que a invasão da hemocele pelo *M. anisopliae* ocorreu exclusivamente pela invasão direta do tegumento após 24 horas da morte.

Lai et al. (1982) demonstraram a diferença de patogenicidade entre isolados dos fungos *B. bassiana*, *Beauveria* sp. e *M. anisopliae*, sobre o cupim *C. formosanus*. Verificaram que o fungo *M. anisopliae* foi mais patogênico do que os demais fungos, sendo o isolado MM-773 o mais virulento, obtendo uma DL_{95} de 682.2 conídios/mg e TL_{50} de 4,2 dias. Estes autores citam que existe diferença entre fungos e isolados de fungo, daí a necessidade da seleção de isolados e fungos num programa de controle microbiano de cupins.

Hanel & Watson (1983) aplicaram o fungo *M. anisopliae* em operários de *N. exitiosus* e verificaram que este fungo causou uma epizootia, quando aplicado em indivíduos que foram introduzidos na colônia sadia. Em algumas colônias, a doença persistiu por 15 semanas, sendo que, quase metade da colônia estava contaminada. Amostras de operários tomadas de colônias tratadas mostraram altos níveis de contaminação por *M. anisopliae*,

independente do estado da colônia, mas os fatores que inibiram o desenvolvimento completo do fungo não são conhecidos.

Fernandes & Alves (1991) testaram, em condições de campo, os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* em colônias de *C. cumulans*. Ninhos de *C. cumulans* foram polvilhados com 5 g de conídios e 2 isolados de cada fungo. Após 10 dias, os fungos provocaram 100% de mortalidade dos ninhos. Segundo esses autores, a mortalidade é rápida em função da alta dose aplicada, das condições de temperatura e umidade que favorecem a epizootia, além da ação toxicogênica, no processo de colonização do hospedeiro pelo patógeno.

Fernandes & Alves (1992b) estudaram a seleção de isolados de *M. anisopliae* e de *B. bassiana* para o controle de *C. cumulans*. Verificaram que um isolado de *B. bassiana* e três de *M. anisopliae* demonstraram ser mais virulentos para *C. cumulans*. Aplicados em colônias de campo, usando a estratégia de introdução inundativa, os autores verificaram que após 10 dias ocorreu 100 % de mortalidade.

A aplicação de inseticidas microbianos é vantajosa em diversos aspectos, mas devem ser levados em consideração alguns fatores de segurança. A agência de Proteção Ambiental dos EUA publicou um protocolo para o uso de inseticidas microbiológicos ou agentes de controle microbiano, com o intuito de proteger as espécies de cupins que são consideradas não-alvos, pois reciclam matéria orgânica (Grace, 1994).

Almeida (1994) estudou também a transmissão de conídios de *B. bassiana* entre indivíduos infectados e não infectados, verificando que 10 indivíduos infectados aproximadamente, podem causar 100% de mortalidade em 150 indivíduos. Na associação de *B. bassiana* com o inseticida imidacloprid, em armadilhas de papelão corrugado (Termitrap), ocorreu sinergismo da subdosagem de imidacloprid 0,01% para os tratamentos da

formulação com micélio seco, demonstrando ser uma alternativa viável de controle desse cupim. Dentro do programa de controle microbiano de *H. tenuis*, esse autor realizou a seleção de isolados dos fungos *B. bassiana* e *B. brongniartii*, utilizando a aplicação direta de uma suspensão de conídios de 5×10^8 conídios/ml, baseada num padrão, o isolado 447. A partir de 142 isolados testados, o isolado de *B. bassiana*, 634 (de *Solenopsis invicta*) foi o que obteve alta esporulação sobre cadáveres de *H. tenuis*, além de ser um bom produtor de conídios em meio de arroz pré-cozido, para a produção massal. O isolado 634 foi utilizado na continuidade do programa de controle de *H. tenuis* com a isca Termitrap.

Alves et al. (1995) verificaram que a aplicação de *B. bassiana* e *M. anisopliae* em colônias de *C. cumulans* na época de inverno causou mortalidade de 98.5 e 100%, respectivamente. Num outro experimento, utilizaram o arroz residual da produção de fungos em bandeja com *B. bassiana*. Os resultados demonstraram que o tratamento 4 g de arroz resíduo + 2 g de conídios de *B. bassiana* causou 100% de mortalidade e os tratamentos 11 g de arroz resíduo + 1 g de conídios de *B. bassiana* e 12 g de arroz resíduo causaram 92.5 % de mortalidade. Concluíram que a dose 3 g de conídios puro foi eficiente no controle de cupinzeiros pequenos (0,3 a 0,4 m de altura) e as formulações com arroz resíduo foram mais eficientes para cupinzeiros grandes.

No caso da estratégia de introdução inoculativa de fungos em colônias de cupins subterrâneos, Alves & Almeida (1995) verificaram que a utilização de armadilhas atrativas, à base de papelão corrugado, Termitrap, é uma alternativa viável no controle de cupins dos gênero *Heterotermes*, em cana-de-açúcar, sendo os agentes de controle, inseticidas em subdosagens, reguladores de crescimento ou fungos entomopatogênicos associados.

De acordo com Zoheri (1995), bioensaios com o fungo *M. anisopliae* indicaram que o cupim *R. flavipes*, contaminados com conídios do fungo, podem espalhar a doença na colônia, causando mortalidade rápida e significativa, podendo ser usado como isca no controle de cupins. O fungo é transmitido por contato e causa 100% de mortalidade foi observada em 48 horas. Esses resultados demonstram o potencial de uso do fungo *M. anisopliae* no controle de cupins.

Gitonga et al. (1996) investigaram o potencial dos fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae* no controle do cupim *Macrotermes michaelsi*. A CL_{50} e TL_{50} de *M. anisopliae* foram de 1.8×10^4 conídios/ml e 2,2 dias, respectivamente. Já para o fungo *B. bassiana* a CL_{50} foi de $3,1 \times 10^5$ conídios/ml e 3,2 dias a TL_{50} . Em bioensaios de laboratório, verificaram que os operários não foram atraídos pelas armadilhas. A inoculação de ninhos com *M. anisopliae* com 7g de conídios secos, 10 g de fragmento micelial em armadilha ou 20 g de arroz-armadilha, causou 80, 60 e 58 % de infecção, respectivamente.

Rath & Tidbury (1996) estudaram a eficiência de dois isolados de formulações comerciais de *M. anisopliae* em cupins das espécies *Coptotermes acinaciformis* e *N. exitiosus*, verificando também a repelência a operários dessas espécies de cupins. Os isolados das formulações comerciais testadas foram: DAT F-001 e ATCC 62176. Esses isolados foram formulados com 47% de argila atapulgita, 3% de surfactante e 50% de conídios puros, chamada de formulação total. Os operários das duas espécies de cupins foram pulverizados diretamente com esses tratamentos com suspensões com $8,1 \times 10^7$ conídios/ml (DAT F-001) e $1,2 \times 10^8$ conídios/ml (ATCC 62176). No experimento de repelência, utilizaram a formulações dos conídios dos isolados com 50% de conídios, 39,5% de argila atapulgita, 2,6% de surfactante, 2,6% de sílica e 5,3% de substância atrativa não identificada no trabalho. Todos esses tratamentos foram impregnados em papelão e testados

em arena formada de uma placa de Petri com 90 mm de diâmetro. Verificaram que os operários de *C. acinaciformis* e *N. exitiosus* são extremamente suscetíveis à aplicação direta dos isolados de *M. anisopliae*. Após dois dias, os operários encontravam-se moribundos e ao quarto dia estavam mortos. No teste de repelência foram verificados que os conídios puros de *M. anisopliae* são repelentes aos operários. As duas espécies de cupins preferiram o papelão sem tratamento, seguido do tratamento com a formulação total. De acordo com esses autores, os conídios de *M. anisopliae* poderiam ser mais atraentes a cupins com a adição de componentes atrativos na formulação.

Além dos fungos entomopatogênicos, os vírus, bactérias e nematóides também são pesquisados no controle microbiano de cupins. Fowler (1989) isolou um iridovírus de paquinha *Scapteriscus borelli* e o aplicou em uma população de *Cryptotermes* sp., observando alta mortalidade dos indivíduos infectados. A alta mortalidade da colônia foi devida a ocorrência de canibalismo e trofalaxia. Os sintomas encontrados foram coloração escura e abdome mole. A injeção de hemolinfa de indivíduos infectados em indivíduos sadios, provocou os mesmos sintomas e os cupins morreram entre 5 a 20 dias.

Levin et al. (1993) observaram que o entomopoxvírus de *Melanopus sanguinipes* (MsEPV) foi patogênico ao cupim *R. flavipes*, causando 72,6% de mortalidade numa média de $14,25 \pm 8$ dias, quando comparado com a testemunha. Determinaram também que o MsEPV possui um genoma de aproximadamente 235 kbp pares e a sequência de DNA do MsEPV é homóloga para o genoma do DNA de Lepidoptera, demonstrando a especificidade do vírus.

Smythe & Coppel (1965) demonstraram que *B. thuringiensis* é um agente de controle microbiano de cupins. Quando aplicaram uma suspensão

de esporos e corpos de inclusão sobre *R. flavipes*, observaram alta mortalidade dos indivíduos. Uma solução de toxina foi tóxica para *R. flavipes*, *R. virginicus*, *R. hespereus* e *Zootermopsis angusticolis*, ocorrendo 75% de mortalidade após 9 dias.

Dantharanavana & Vitarana (1987) estudaram o uso do nematóide entomopatogênico *Heterorhabditis* sp. no controle de *Glyptotermes dilatatus*, uma praga do chá no Sri-Lanka. Estes autores constataram mortalidade total de indivíduos, em laboratório, após 1-2 dias da aplicação. Ainda em laboratório calcularam a DL_{50} de $3\ 670 \pm 564$ larvas/ml, demonstrando que para causar mortalidade de 99.9% é necessária uma grande quantidade de larvas. No campo, foram necessários 4.000 e 8.000 larvas/ml nas doses de 40 e 30 ml por espumas, respectivamente, dando um controle por, ou após 60-95 dias. O custo do controle foi de US\$ 2,39/1 000 espumas infectadas.

Epsky & Capineira (1988) testaram a eficiência de *Steinernema feltiae*, um nematóide entomopatogênico, sobre o cupim *R. tibialis*. Estimaram que a DL_{50} foi de $1,5 \times 10^4$ nematóides/cupim. Os nematóides aplicados no solo devem ser colocados em armadilhas com 1×10^7 nematóides/m², demonstrando que é necessário uma grande quantidade de nematóides.

Mauldin & Beal (1989) estudaram, em laboratório, o controle de *R. flavipes* com *S. feltiae*, *S. bibionis* e *H. heliothidis*, nematóides entomopatogênicos. Os nematóides foram aplicados em uma mistura de vermiculita, areia e água, onde os cupins foram colocados para forragearem. Após 9,5 semanas, os tratamentos com nematóides não diferenciaram da testemunha, revelando que estes não se locomoveram bem para infectar os cupins.

Nguyen & Smart Júnior (1994) descreveram a espécie de nematóide entomopatogênico *Neosteinerinema longicurvicauda*, atacando o cupim subterrâneo *R. flavipes*.

Segundo Hall (1994), os cupins subterrâneos causam sérios prejuízos nas áreas urbanas dos EUA. Estimou-se que em 1987 na Flórida, foram gastos US\$ 310 milhões para o controle de *R. flavipes*. Baseando-se no comportamento social, bem como no tigmotropismo, ao canibalismo e na trofalaxia, o autor sugere que o controle microbiano seja uma alternativa viável, com o uso de armadilhas em associação com inseticidas ou IGR em subdosagens.

De acordo com Jones et al. (1996), os entomopatógenos são candidatos importantes para o controle de cupins com iscas atrativas, segundo a filosofia do método de controle com iscas “slow-acting” (ação lenta). Dentro dessa premissa, esses pesquisadores estudaram a virulência de quatro isolados de *B. bassiana* e três isolados de *M. anisopliae* ao cupim *C. formosanus*, em laboratório. Verificaram que todos os isolados foram patogênicos à, sendo que o TL_{50} de *B. bassiana* variou de 2,1 a 4,5 dias e do *M. anisopliae* de 0,13 a 2,0 dias. Operários com conídios puros, nas concentrações de 6×10^5 a $2,4 \times 10^7$ conídios/cupim transmitiram a doença para os outros indivíduos da colônia. Baseados nesses resultados, *B. bassiana*, isolado 787, foi considerado o melhor isolado para o controle de *C. formosanus*, por causa do TL_{50} moderadamente baixo (2,9 dias) e a CL_{50} baixa (33 conídios/cupim).

3 FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Heterotermes tenuis* EM CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO A ARMADILHA TERMITRAP

3.1 Introdução

O cupim *Heterotermes tenuis* é considerado uma praga importante para a cultura da cana-de-açúcar, devido à sua vasta distribuição em canaviais do Estado de São Paulo e por ser a espécie mais relacionada aos danos nessa gramínea (Almeida et al., 1989 e Arrigoni et al., 1989).

Segundo Novaretti (1985) os ataques na cana-de-açúcar e os danos podem ser de três tipos: 1-logo após o plantio, no colmo-semente e nas primeiras raízes, causando falhas na germinação e diminuição do vigor das plantas; 2-na maturação, quando os cupins penetram nos colmos provocando secamento e morte dos mesmos e 3-nas socas, quando estão vulneráveis. Os danos causados por cupins podem causar redução de 10 ton/ha/ano, daí a necessidade de controle.

Devido ao hábito e forrageamento subterrâneo e construção de ninho difuso, pouco se sabe sobre o comportamento da população de *H. tenuis* durante o ano e após tratamentos culturais da cultura.

Alguns pesquisadores desenvolveram armadilhas/iscas atrativas para se estudar a biologia, ecologia e o hábito de forrageamento de cupins subterrâneos. Assim, King & Spink (1975) estudaram a biologia de *Coptotermes formosanus* utilizando estacas de pinho de 2,5 x 2,5 x 29 cm enterradas no solo para a coleta de alados. Também, observando um casal

determinaram que a oviposição ocorreu entre 13 a 109 dias em uma colônia e que não houve, no primeiro ano, oviposição durante os meses de inverno.

French et al. (1981) utilizaram como iscas, rolos de papel higiênico e blocos de madeira de *Pinus* sp. em uma floresta de *Callitris* sp., casuarina e eucalipto, na Austrália. Estas iscas permaneceram no campo por 13 meses. Observaram que a espécie *Heterotermes ferox* foi a mais comum, na maioria das armadilhas em todos os locais. Foram coletadas outras espécies como *Armitermes xylophagus*, *Microtermes* sp. e *Schedorhinotermes reticulatus*.

Thompson (1985) realizou um monitoramento de solo na área de um condomínio na Flórida com estacas de pinho amarelo de 4,0 x 2,0 x 60 cm enterradas 30 cm no solo e verificou a infestação por *C. formosanus*, *Reticulitermes flavipes* e *Incisitermes* sp.

Jones et al. (1987) utilizaram rolos de papel higiênico colocados de 6 em 6 metros no solo, para estudar o forrageamento de *H. aureus*. Verificaram que o ataque pelos cupins foi generalizado demonstrando que a distância não se constitui em fator para o forrageamento. Observaram que a variação sazonal influenciou no forrageamento.

O estudo da bioecologia de cupins com iscas atrativas permite estimar a área de forrageamento da colônia de cupim, bem como o tamanho desta. Grace et al. (1989) utilizaram iscas de *Pinus* de 1,5 x 1,5 x 15 cm para capturar *R. flavipes* numa área infestada. Estes autores marcaram uma grande quantidade de indivíduos com Sudan Red 7 B, em papelão corrugado, coletados de dois sítios de forrageamento, liberando-os posteriormente no mesmo local da captura. Com a recaptura, verificaram que as galerias se estendiam a 79 m do ponto de soltura e estimaram a área de forrageamento de 266 e 1091 m² para as colônias estudadas. Estimaram também que as duas colônias tiveram populações estimadas de 2,1 e 3,2 milhões de indivíduos, respectivamente.

Haagsma & Rust (1995) estimaram o tamanho da colônia, atividade de forrageamento, fenologia e os parâmetros fisiológicos do cupim *R. hesperus*. Utilizaram uma isca de papelão corrugado para a captura de insetos. O forrageamento ocorreu de maio a outubro em zona urbana e em ambiente natural, ocorreu de novembro a janeiro. Na área urbana, a população da colônia foi calculada em 830.531 indivíduos enquanto que o tamanho de uma colônia em área natural foi de 103.758 indivíduos.

Com a finalidade de desenvolver uma armadilha eficaz na atração de *H. tenuis*, para ser usada no controle desta praga, Almeida & Alves (1995) testaram vários materiais em experimentos de múltipla escolha em laboratório e campo. Verificaram que a armadilha elaborada com papelão corrugado (Termitrap) foi a mais atraente para o inseto. Além desta espécie, verificaram que os cupins dos gêneros *Cornitermes*, *Procornitermes*, *Coptotermes*, *Neocapritermes* e *Nasutitermes* foram também atraídos. Essa armadilha foi desenvolvida com os objetivos de monitorar populações de cupins no campo e para estudos de controle com produtos microbianos associados ou não com inseticidas químicos.

Além dos estudos a campo, Ahmad et al. (1982) verificaram, em condições de laboratório, que a umidade relativa é primordial na sobrevivência e manutenção de colônias de cupins da espécie *H. indicola*. Os operários e soldados sobreviveram melhor a uma umidade relativa de 97%. Em umidade relativa de 8 % os cupins não sobreviveram mais que dois dias.

O objetivo deste trabalho foi estudar a flutuação populacional do cupim *H. tenuis* na região de Piracicaba-SP, utilizando a isca Termitrap.

3.2 Material e Métodos

Os experimentos foram instalados em duas áreas diferentes da Fazenda Retiro, região de Piracicaba-SP (Latitude 22° 42', Longitude 47° 38' e altitude 580 m). Na área 1, com cana de terceiro corte, utilizaram-se 2.500 m², onde foram instaladas 40 armadilhas Termitrap de 10 em 10 metros, distantes uma da outra num caminamento em forma de X, cobrindo toda a área (Figura 3.1).

Na área 2, com a mesma dimensão da área 1, instalaram-se 30 armadilhas, espaçadas igualmente de 10 em 10 metros distantes entre si num caminamento em forma de Z (Figura 3.2). As armadilhas Termitrap eram de papelão corrugado, em forma de rolo, com 15 cm de altura e 8 cm de diâmetro (Figura 3.3). As iscas foram instaladas próximas à touceira de cana, na posição vertical, com a parte superior na mesma altura da superfície do solo. As características fenológicas da planta foram idênticas à área 1.

As avaliações foram realizadas semanalmente, durante 24 meses (1992-1993) na área 1 e durante 32 meses na área 2 (1993-1995). As armadilhas com *H. tenuis* eram retiradas e levadas para a contagem dos indivíduos em laboratório, sendo substituídas por novas no momento da coleta.

Os dados foram analisados graficamente, correlacionando-se o número de cupins coletados com a temperatura, precipitação pluvial e os tratamentos culturais normais da cana-de-açúcar. Realizaram-se também observações de ocorrência de predadores e parasitóides.

Os dados meteorológicos foram registrados pela estação de bioclimatologia da ESALQ/USP, distantes de 14 km da Fazenda Retiro, Piracicaba-SP.

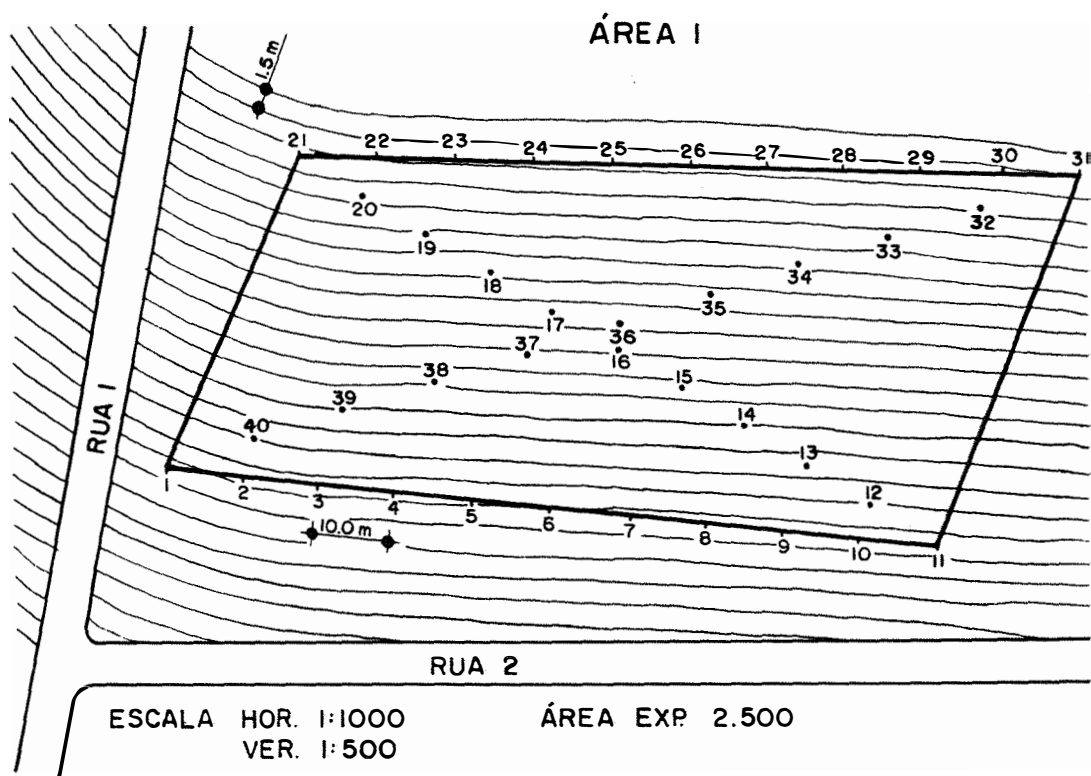


Figura 3.1. Esquema da instalação de iscas Termitrap para estudos de flutuação populacional de *H. tenuis* na área experimental 1 (Piracicaba-SP).

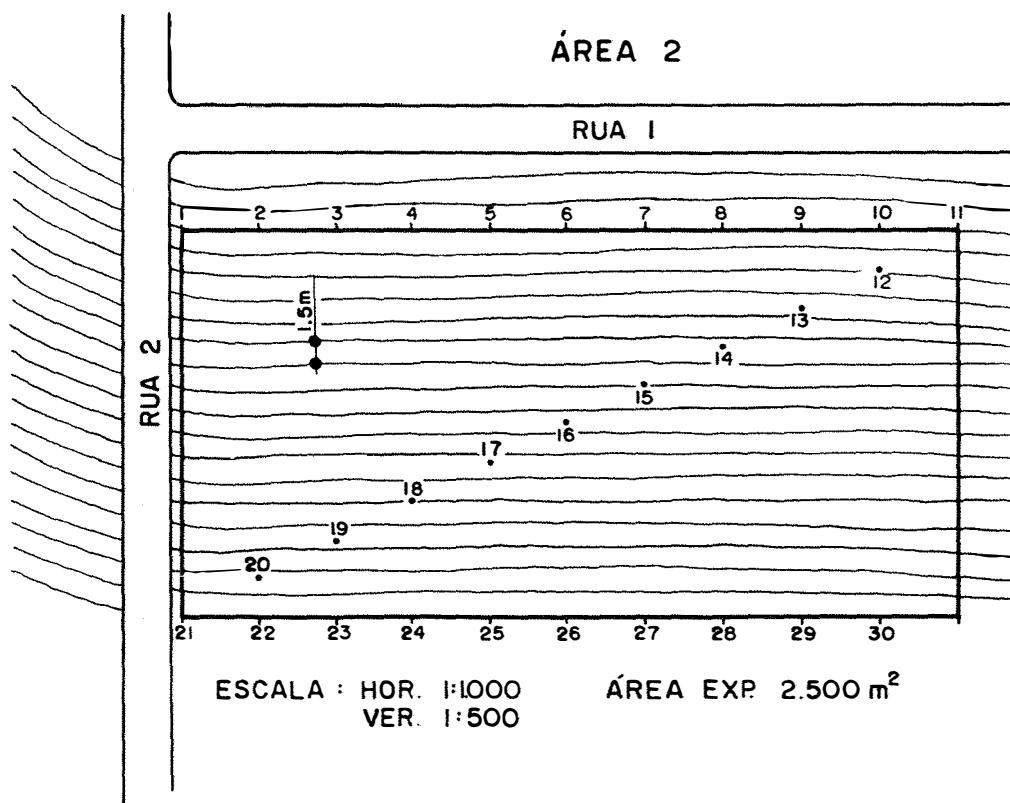


Figura 3.2. Esquema da instalação das iscas TermiTrap para estudos de flutuação populacional de *H. tenuis* na área experimental 2 (Piracicaba-SP).

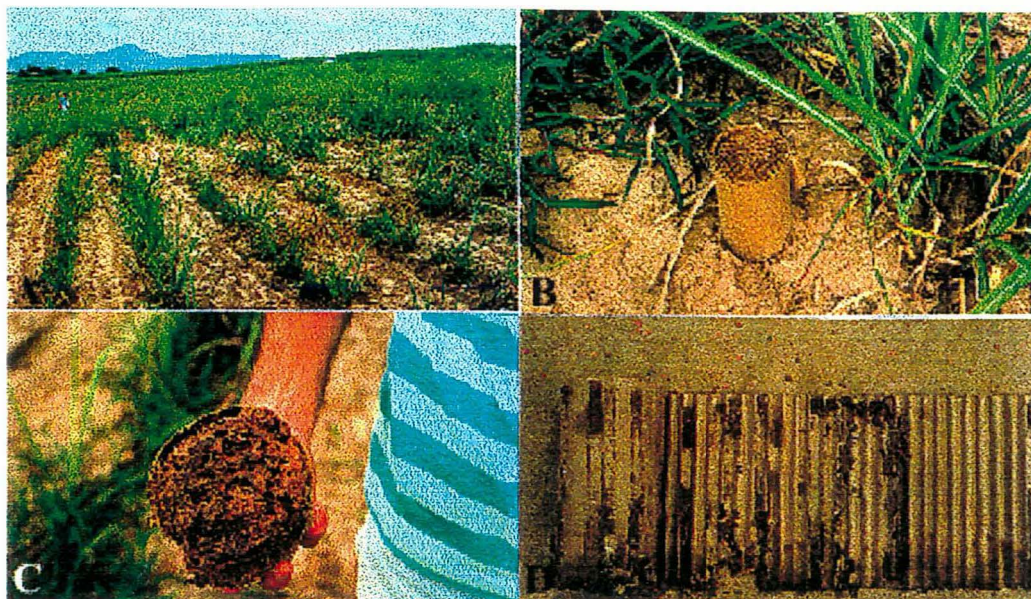


Figura 3.3. A) Área de cana-de-açúcar utilizada para estudo de flutuação populacional; B) Isca Termitrap; C) Fundo da isca Termitrap com galerias de *Heterotermes tenuis*; D) Isca Termitrap aberta, retirada do solo após 7 dias.

3.3 Resultados e discussão

Na área 1, verificou-se em média, nos quatro primeiros meses de 1992 uma alta da população de cupins, quando também ocorreu temperatura média de 23°C e precipitação pluvial média de 3,96 mm/alt. A cana-de-açúcar nesta área estava na terceira safra (corte), portanto, o solo não foi revolvido durante três anos consecutivos recebendo apenas os tratamentos de rotina como capina e subsolagem.

No mês de maio de 1992 foi realizado um cultivo mínimo para um novo plantio, utilizando-se herbicida. Neste período verificou-se a diminuição da média populacional. Durante os meses de junho, julho e agosto, a média do número de cupins coletados, decresceu ainda mais, provavelmente em decorrência da diminuição da temperatura e da precipitação pluvial nos meses de inverno. Nos meses de setembro e outubro, com as chuvas de primavera, verificou-se um aumento do número médio de cupins por armadilha, mas com a seqüência de uma reforma total do canavial e do plantio da nova cana (sulcagem e plantio), o número de indivíduos coletados foi reduzido a 0 (zero), permanecendo assim até fevereiro de 1993, quando foram coletados apenas alguns indivíduos. No entanto, nos meses subseqüentes, com a queda da temperatura e da precipitação, o número de *H. tenuis* coletados continuou zero. Nesta área, a população aumentou somente em outubro e dezembro de 1993, com o início das chuvas de verão (Figura 3.4).

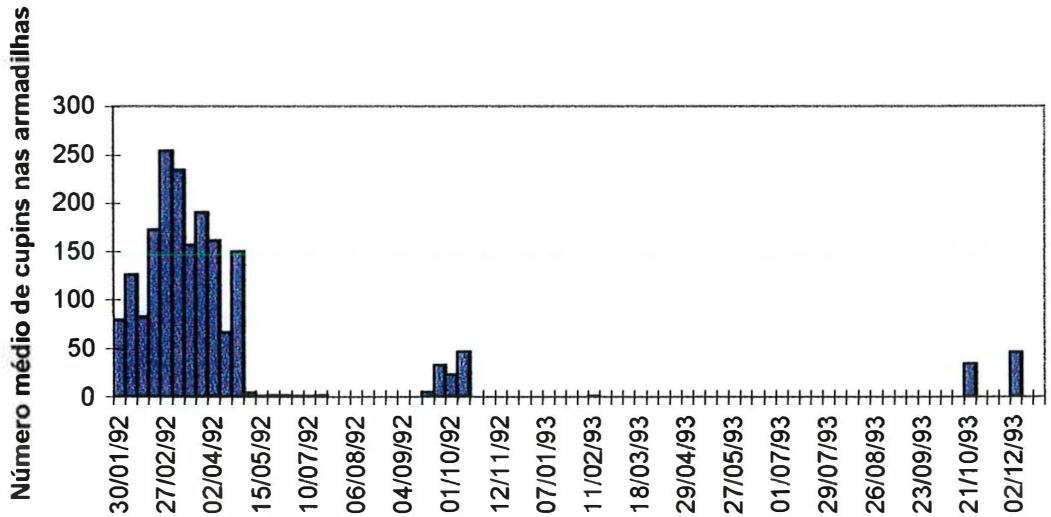
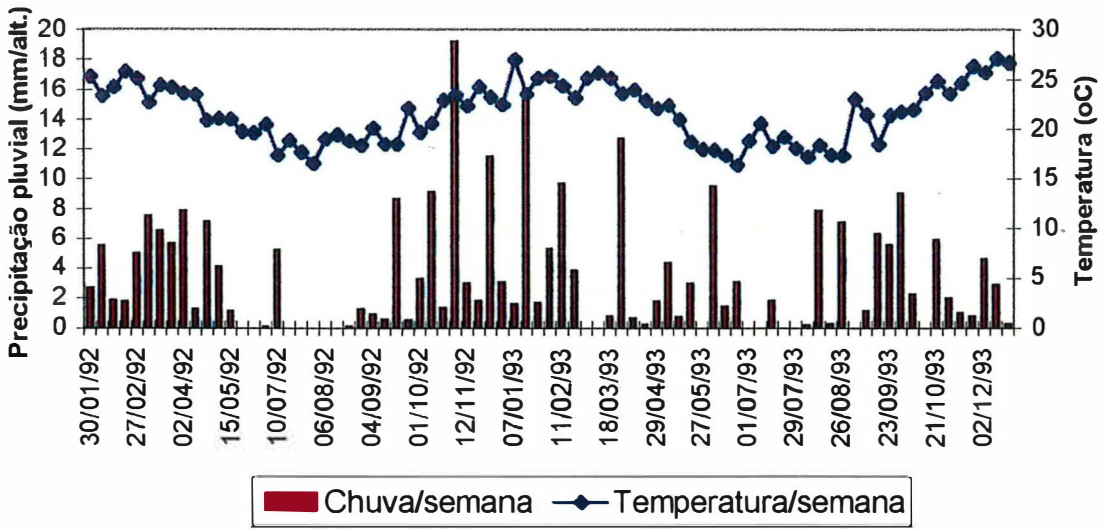


Figura 3.4. Temperatura, precipitação e flutuação populacional de *Heterotermes tenuis* na área 1 (1992-1993), com a armadilha Termitrap. (Piracicaba-SP).

Na área 2, constatou-se maior infestação de *H. tenuis*, já que a média do número de cupins foi muito superior à encontrada na área 1. A cana-de-açúcar da área 2 encontrava-se na terceira safra (corte) em janeiro de 1993, sendo realizado o quarto corte em 1994 e a reforma total do canavial em setembro e outubro de 1994.

As avaliações populacionais na área 2 tiveram início em janeiro de 1993, quando foi observada uma média de 100 indivíduos por armadilha. Com uma temperatura média de 24°C e alta precipitação, a média de cupins coletados chegou a 359 indivíduos no mês de fevereiro sendo que, até maio a população manteve-se alta, quando foram coletados em média 121 cupins (Figura 3.5).

Nos meses de junho, até setembro de 1993, observou-se uma brusca diminuição da média populacional acompanhada pela diminuição da precipitação e da temperatura. Verificou-se que, com as chuvas em outubro, o número médio de cupins voltou a subir, não sendo influenciado pela colheita da cana, realizada em novembro de 1993. No verão de 1994 o número médio de cupins foi muito alto, chegando a 621,8 cupins no mês de março e mantendo-se alto até maio. (Figura 3.5).

Novamente, observou-se a diminuição do número médio de cupins nas armadilhas nos meses de junho, julho e agosto, numa época de baixa precipitação, principalmente no mês de agosto, quando este índice foi 0 (zero) (Figuras 3.5).

Nos meses de setembro e outubro de 1994 foi realizada a reforma do canavial, com as seguintes práticas culturais: aração, gradagem pesada, gessagem, torta de filtro, gradagem pesada e leve novamente, sulcamento e o plantio, no dia 20 de outubro de 1994.

Com essa reforma, ocorreu uma desestruturação dos canais de forrageamento das colônias, repercutindo na diminuição do número de cupins coletados nas iscas, chegando a 0 (zero) no mês de fevereiro de 1995,

apesar da temperatura média ser de 24,9 °C e do índice de precipitação pluvial ser de 14.84 mm/alt..

Verificou-se que a população voltou a crescer no mês de abril de 1995, mas logo com a chegada do inverno, a média do número de indivíduos coletados reduziu novamente chegando a apenas 11 operários no mês de agosto (Figuras 3.5).

Apesar do número coletado ter sido maior em abril de 1995, foi possível observar que houve uma diminuição da população detectada pela mesma coleta com a reforma total do canavial, já que as práticas de aração e gradagem, bem como a gessagem e a aplicação de torta de filtro, desestruturou o solo afetando, provavelmente, os ninhos de *H. tenuis* resultando na diminuição da atividade com repercussão na coleta dos indivíduos da colônia.

Observou-se que nos anos de 1993 e 1994, no período de janeiro a maio, o número de cupins coletados foi maior do que nos demais meses do ano, sendo que, em 1994, quando o canavial atingiu 4 anos, a população de *H. tenuis* coletada foi superior às observadas nos anos de 1993 e 95. Analisando-se os dados de coleta de cupim no mesmo período no ano de 1995, verificou-se que o número de indivíduos coletados nas armadilha foi muito menor que nos anos de 1993 e 94 (Tabela 3.1). Esses dados indicam que após a reforma do canavial a população de *H. tenuis* próxima à superfície do solo diminui muito, podendo ser, desnecessária a aplicação de inseticidas na ocasião do plantio.

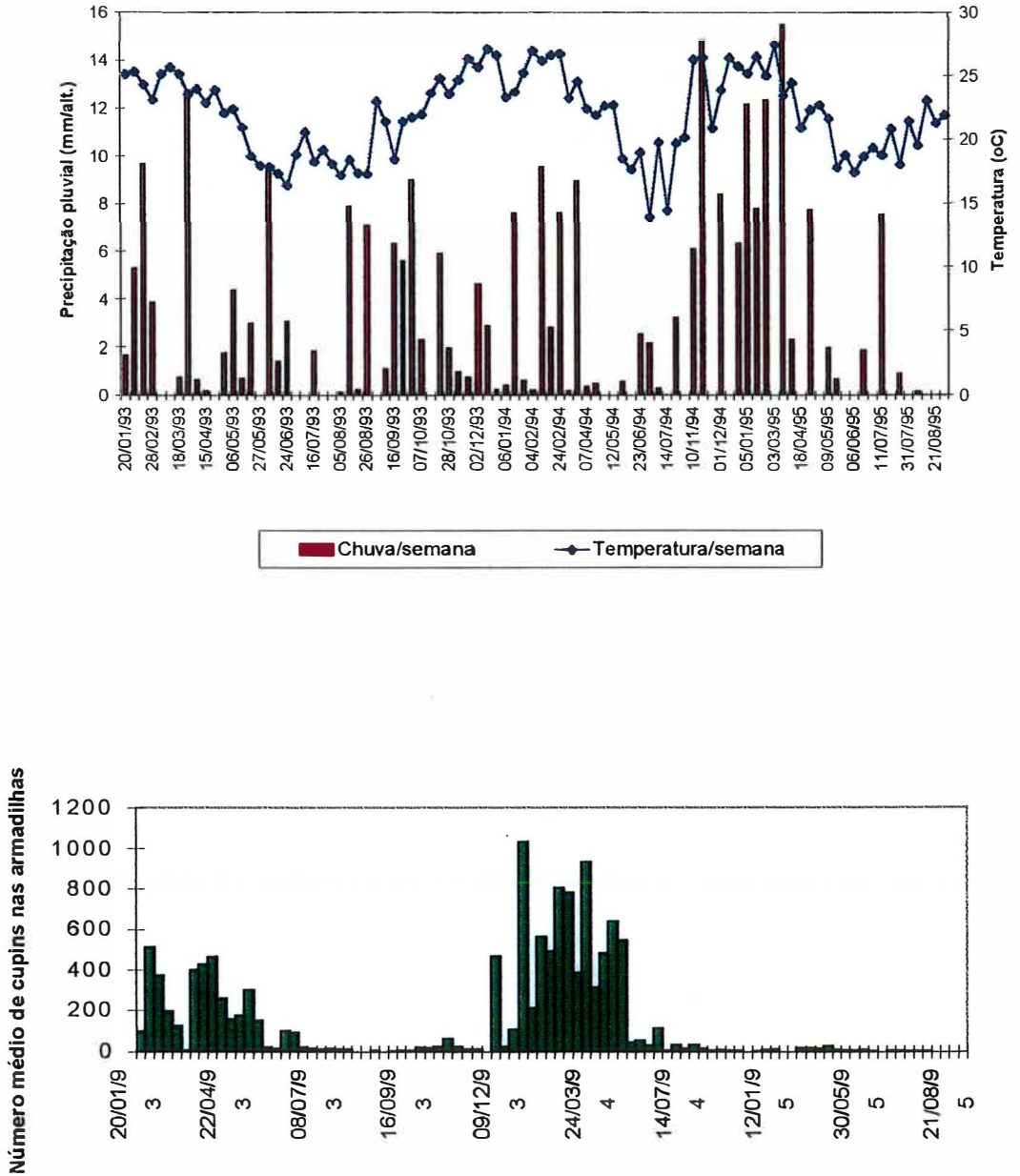


Figura 3.5. Temperatura, precipitação e flutuação populacional do cupim *Heterotermes tenuis* na área 2 (1993-1994) com a armadilha Termitrap (Piracicaba-SP).

Tabela 3.1. Coleta de *Heterotermes tenuis* em armadilhas Termitrap na região de Piracicaba-SP no período de janeiro a maio dos anos de 1993, 94 e 95.

Ano de coleta	Média populacional
1994	448, 61 a
1993	140, 91 b
1995	6, 52 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Dados transformados por $\log x + 1$. CV = 24,49%.

Segundo o que foi observado por Ahmad et al. (1982) a umidade relativa exerce uma grande influência sobre os cupins da espécie *H. indicola*, demonstrando que nos meses onde a temperatura é mais elevada, com média de precipitação maior, a atividade desses insetos também tornou-se mais elevada. Esse comportamento também foi observado em *H. tenuis*, pois durante o período em que a precipitação pluvial é maior, o número de cupins que visitam as iscas aumenta, em decorrência da maior quantidade de indivíduos que estão forrageando mais próximo da superfície. Porém, na época de seca, que vai dos meses de maio a setembro, a população de *H. tenuis* permanece no ninho no subsolo, buscando alimento nas raízes de plantas vivas, por causa da umidade ou em matéria orgânica úmida, mantida nessa região do solo.

Jones et al. (1987) observaram que o forrageamento de *H. aureus* foi influenciado pela variação sazonal, como no caso de *H. tenuis* em cana-de-açúcar conforme constatou-se nesse trabalho.

De acordo com essas observações, verificou-se que a melhor época para o monitoramento da área seria nos meses chuvosos, pois os operários de *H. tenuis* estão forrageando mais próximo da superfície do solo, o que facilita a coleta com iscas Termitrap. Assim, a aplicação de inseticidas em área total nem sempre é necessária, pois após a reforma total do canavial, as colônias de cupins estão refazendo suas galerias para o forrageamento mais intenso, sendo portanto, mais interessante efetuar monitoramento da área antes da reforma total do canavial, para que se possa determinar o nível de infestação por *H. tenuis*.

Além da espécie *H. tenuis*, foi possível coletar, durante o levantamento, as seguintes espécies e gêneros de cupins: *Cornitermes cumulans*, *Procornitermes* sp., *Nasutitermes* sp., *Syntermes* sp., *Neocapritermes* sp., *Ruptitermes* sp. e *Anoplotermes* sp. Coletou-se também, na área 2, 6 casais de *H. tenuis* no mês de novembro de 1994. Esses gêneros também foram encontrados por Arrigoni et al. (1989) num levantamento utilizando-se de outra metodologia, nas regiões de Jaú e Sertãozinho-SP.

Observou-se também a presença de tesourinhas da família Labiduridae, formigas predadoras (*Solenopsis* spp.) e outras espécies ainda não identificadas, bem como algumas aranhas nas armadilhas. Durante a condução do experimento, verificou-se a predação de 0,5% das armadilhas por tatus, ratos e pássaros.

Neste trabalho a isca Termitrap estudada por Almeida & Alves (1995) mostrou-se adequada para o monitoramento, estudo de bioecologia e controle do cupim subterrâneo *H. tenuis*.

4 ESTUDO DO TAMANHO DA ÁREA DE FORRAGEAMENTO DE *Heterotermes tenuis* EM CANA-DE-AÇÚCAR

4.1 Introdução

A utilização de iscas para o controle de cupins subterrâneos tem sido estudada por diversos pesquisadores em todo o mundo, visto que é uma técnica considerada eficiente, que elimina a colônia e não prejudica o meio-ambiente. O processo de controle com iscas tem como objetivo atrair uma parte da população do cupim visando contaminá-la com os agentes de controle na isca e transmití-los para o restante da população, incluindo a rainha, principal elemento da colônia (Almeida 1994).

Tamashiro et al. (1973) desenvolveram uma isca visando a captura de *Coptotermes formosanus* para uso com controle microbiano dessa praga no Havaí. Usando isca de madeira, esses pesquisadores com a técnica de marcação, estudaram a localização da colônia desse inseto, constatando que as galerias atingem um raio de até 50 metros.

De acordo com Su et al. (1984), para o sucesso do controle de cupins subterrâneos com iscas, é importante conhecer o hábito de forrageamento da espécie a ser controlada. Esses autores estudaram o forrageamento de *C. formosanus* marcando uma parte da população com Sudan Red 7B. Os resultados mostraram que os cupins selecionaram os locais de forrageamento e que após essa seleção, os indivíduos da colônia passaram a visitar aqueles sítios específicos. Por isso, de acordo com esses pesquisadores, é teoricamente

possível introduzir um agente de controle que atinja uma parte da população ativa no forrageamento e conseqüentemente a eliminação da colônia inteira.

Van der Linde et al. (1989) utilizaram os radioisótopos ^{131}I e ^{125}I para avaliar o território de forrageamento em *Heterotermes mossambicus*, avaliando o território de forrageamento. Observaram que as áreas de forrageamento das colônias variavam entre 0,5 e 3,1 ha. Essas áreas não eram, necessariamente, o território exclusivo de uma única colônia.

Grace et al. (1989) utilizaram armadilhas de *Pinus* de 1,5 x 1,5 x 15 cm para capturar *Reticulitermes flavipes* numa área infestada. Com a técnica de marcação com Sudan Red 7B, em papelão corrugado, marcaram uma grande quantidade de indivíduos de dois locais de captura e soltaram esses indivíduos nos mesmos locais. Com a recaptura, estimaram a área de 266 e 1091 m² para cada colônia, sendo que as galerias se estendiam até a uma distância de 79 m. Estimaram que duas colônias estudadas possuíam cerca de 2.1 e 3.2 milhões de indivíduos, respectivamente.

Shahid & Akhtar (1992) verificaram a presença as espécies de cupins *Odontotermes guptai*, *Microtermes obesi*, *M. mycophagus* e *Eremotermes paradoxalis* em cana-de-açúcar em Gojra e no Paquistão. A população máxima foi encontrada em 269,1/m² em maio de 1988, quando a temperatura era de 30°C e umidade relativa de 64%. Os danos foram estimados em 34,5%.

Haagsma & Rust (1995) utilizaram uma isca de papelão corrugado para estudar o tamanho de uma colônia, a fenologia e outros parâmetros referentes à espécie do cupim *R. hesperus*, em uma área na Universidade da Califórnia e numa floresta. Verificaram que na área urbana a população da colônia foi de 830.531 insetos e na área natural de 103.758 indivíduos.

Almeida & Alves (1995) desenvolveram uma isca para estudos de controle do cupim subterrâneo *H. tenuis* em cana-de-açúcar. Para isso, testaram diferentes tipos de materiais celulósicos e constataram que o

papelão corrugado foi o mais atraente, inclusive para outros gêneros de cupins, tais como: *Cornitermes*, *Syntermes*, *Procornitermes*, *Coptotermes*, e *Nasutitermes*.

O objetivo deste trabalho foi o de dimensionar área de forrageamento do cupim *H. tenuis* utilizando-se a isca Termitrap marcada com o radioisótopo ^{32}P .

4.2 Material e métodos

O experimento foi realizado em um canal da Fazenda Retiro da Usina Santa Helena, município de Piracicaba-SP, no mês de outubro de 1997.

Nessa área foram localizados 20 focos de *H. tenuis* com a isca Termitrap. Em cada um desses focos, aplicou-se sobre a isca 18,5 MBq (500 μCi) de radioisótopo (^{32}P) na forma de fosfato de sódio diluído em 15 ml de água destilada. A meia-vida física do ^{32}P é de 14,3 dias. A aplicação desse marcador radioativo foi feita por técnicos do Centro de Energia Nuclear da Agricultura (CENA), tomando-se todos os cuidados recomendados pelas normas internacionais. O foco foi determinado pela alta população nas iscas, distantes pelo menos 20 metros de uma outra isca com cupins.

Ao redor dessas iscas marcadas, foram instaladas iscas Termitrap sem nenhum marcador em quatro pontos (A-Norte, B-Sul, C-Leste e D-Oeste) equidistantes de 1, 5, 10 e 20 metros. Cada tratamento foi representado por um foco previamente determinado e marcado a uma das distâncias estipuladas para a isca de monitoramento, sendo repetido de 4 a 6 vezes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e as seguintes repetições: Tratamento 1: 1 metro, seis repetições; Tratamento 2: 5 metros, seis repetições; Tratamento 3: 10 metros, quatro repetições e Tratamento 4: 20 metros, quatro repetições. Assim, foram

utilizadas 80 iscas sem marcação e 20 iscas marcadas com a solução radioativa de ^{32}P (Figura 5.1).

Após 15 dias da marcação procedeu-se a avaliação das iscas Termitrap instaladas nas distâncias relacionadas, coletando-se 15 indivíduos de *H. tenuis* por repetição, acondicionando-os em frascos de vidro com água destilada, preparados para serem analisados no cintilador líquido, da marca Packard, modelo Tricarb 1.600, utilizando-se do efeito Cerenkov, com contagem da radiação por dois minutos por frasco, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA-USP, Piracicaba-SP.

4.3 Resultados e discussão

Em apenas 20% das iscas sem marcação com ^{32}P (16 iscas), coletaram-se indivíduos da espécie *H. tenuis* e em nove frascos analisados (11,3%) estavam marcados com ^{32}P da solução radioativa, indicando que as sete demais iscas foram infestadas por populações diferentes daquelas que estavam infestando o foco inicialmente marcado (Tabela 4.1). A contagem do frasco para “background” no cintilador líquido foi 18,0 cpm (contagem por minutos).

Tabela 4.1. Contagem de radioatividade em cintilador líquido, pelo teste de Cerenkov, de cupins da espécie *Heterotermes tenuis*, coletados em iscas Termitrap na região de Piracicaba-SP

Frasco	Estaca	Armadilha	Distância (m)	Contagem/c.p.m.
1	17	A-norte	1	309.25*
2	17	C-leste	1	2.75
3	17	D-oeste	1	182.75*
4	3	C-leste	5	62.0*
5	5	A-norte	5	9.25
6	5	D-oeste	5	5.75
7	7	B-sul	1	81.75*
8	8	A-norte	10	115.0*
9	10	B-sul	1	144.0*
10	11	B-sul	5	6.0
11	13	C-leste	10	57.25*
12	14	D-oeste	10	66.0*
13	15	B-sul	20	40.0*
14	15	A-norte	20	5.25
15	20	B-sul	20	5.5
16	16	D-oeste	20	5.75

(*) Marcação confirmada pelo número alto de contagens (3 a 4 vezes maior que o valor do "background").

Observou-se também que, não houve preferência pela direção da isca em nenhuma das distâncias estudadas, comportamento notado por Almeida (1994) em teste de laboratório, onde verificou que uma parte da população sai em busca de alimento e abrigo e assim que os encontra, conduz o restante

da população que faz o trabalho de forrageamento da colônia.

De acordo com Su et al. (1984) os cupins da espécie *C. formosanus* possuem o hábito de forrageamento em áreas selecionadas e após a seleção do sítio de forrageamento, os indivíduos daquela colônia passam a visitá-lo. Notou-se que o cupim *H. tenuis* possui um hábito semelhante, pois apesar de haver diferentes tipos de material celulósico, e mesmo, mais de uma isca, a colônia seleciona o sítio de forrageamento e passa a atacá-lo.

Outras colônias de *H. tenuis* invadiram as iscas não marcadas, demonstrando a presença de diversas colônias numa mesma área de forrageamento. Esse fato foi constatado pela captura de cupins nas iscas sem marcador, sendo que esses não se contaminaram com o ^{32}P , o que demonstrou serem indivíduos de colônia diferente daquela que foi marcada. Van der Linde et al. (1989) verificou o mesmo comportamento com a espécie *H. mossambicus*, a qual possuía uma área de forrageamento de 0,5 a 3,1 ha.

O maior número de cupins marcados foram coletados nas iscas localizadas a 1 metro de distância da isca com o ^{32}P , seguido da distância de 10 metros. Também foram coletados cupins nas iscas localizadas nas distâncias de 5 e 20 metros da isca marcada. Considerando-se que foram coletados cupins marcados na maior distância testada (20 m), pode-se calcular que a área de forrageamento de *H. tenuis* foi de 1.256,63 m². No entanto, a frequência de forrageamento foi mais próxima da colônia, pois na distância de 1 metro da isca marcada foram coletados maiores números de indivíduos marcados do que nas outras armadilhas mais distantes. Porém, nas distâncias de 5 e 10 metros esse tipo de comportamento não se confirmou, já que, provavelmente, houve interferência de outros alimentos que interessavam mais à colônia que foi marcada, resultando em maior frequência dos insetos (3 vezes mais) nas iscas localizadas à 10 metros da colônia marcada (Figura 4.1).

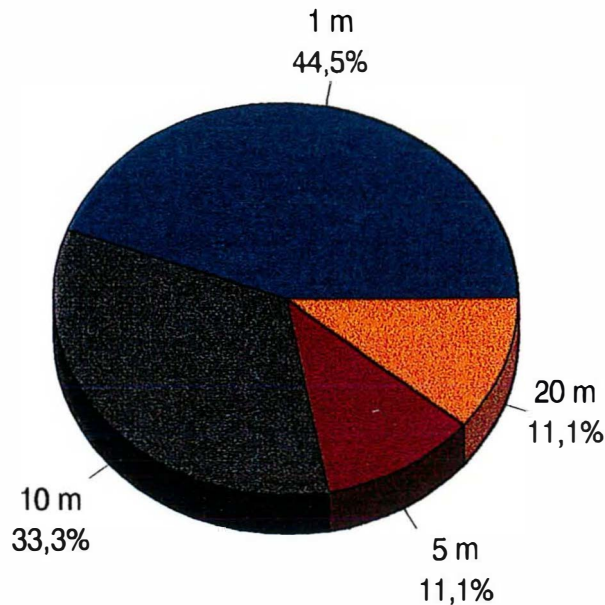


Figura 4.1. Porcentagem de iscas com operários e soldados de *Heterotermes tenuis* marcados com ^{32}P coletados em diferentes distâncias do foco inicial, em cultura de cana-de-açúcar (Piracicaba-SP).

Segundo Tamashiro et al. (1973), com a técnica da marcação e recaptura em isca de madeira para *C. formosanus*, foi possível determinar que as galerias da colônia chegam a 50 metros de distância.

Grace et al. (1989) também estimaram o forrageamento de duas colônias de *R. flavipes* e determinaram áreas de 266 e 1091 m², sendo que as galerias chegavam a atingir a distância de 79 metros. Esses autores utilizaram a técnica de marcação com o pigmento Sudan Red 7B, onde parte da população foi marcada. A área de forrageamento foi estimada efetuando-se a recaptura subsequente dos indivíduos em diferentes do ponto onde a população foi marcada.

Com a técnica de marcação e recaptura é possível se estimar o tamanho da população da colônia do cupim subterrâneo como foi efetuado por Shahid & Akhtar (1992) e Haagsma & Rust (1995).

Assim, considerando-se que a maior distância percorrida, nesse experimento, pelos indivíduos de uma colônia de *H. tenuis* foi de 20 metros, pode-se inferir que com oito armadilhas por hectare poder-se-ia exercer um controle sobre a população desses insetos. No entanto, como recomendação prática, deve-se calcular o número de armadilhas por hectare baseado nas distâncias mais freqüentes de captura de cupins marcados, que foi de 10 metros. Dessa maneira, pode-se calcular que a área de forrageamento mais intensa de *H. tenuis* atingiu a 314,16 m², o que permite determinar que a concentração de 32 iscas/ha seria suficiente para o controle dessa espécie em cana-de-açúcar. Portanto, a utilização de 30 a 35 iscas/ha, de acordo com o nível de infestação, constitui uma recomendação técnica segura, baseado nos dados de forrageamento.

5 AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO DE *Heterotermes tenuis* EM CANA-DE-AÇÚCAR COM ISCAS TERMITRAP COM O FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO *Beauveria bassiana* ASSOCIADO AOS INSETICIDAS IMIDACLOPRID E TRIFLUMURON, EM ÉPOCA DE SECA

5.1 Introdução

O cupim *Heterotermes tenuis* têm chamado a atenção dos agricultores devido ao aumento de sua população em campo, bem como sua vasta distribuição nos canaviais do Brasil, além dos danos causados.

Com a proibição dos clorados, inseticidas de alto poder residual, alguns pesquisadores tentaram controlar os cupins subterrâneos com outros inseticidas de grupos diferentes, mas os resultados comparados aos dos clorados, não foram satisfatórios, pelo menos no primeiro ano da cultura (Novaretti, 1985; Novaretti et al. 1988; Almeida et al. 1989).

A aplicação de inseticidas no sulco, seja de alto poder residual ou não, tem efeito de barreira química apenas, não dando a proteção à planta nos anos seguintes, após o primeiro corte. É o mesmo efeito quando se faz a aplicação de inseticidas no solo para a proteção de edifícios, como foi estudado por Su & Scheffrahan (1990).

Na década de 90, surgiram os inseticidas microencapsulados, como formulado com permetrina, estudada por Schockecht et al. (1994), para a aplicação no solo. Essa formulação libera o ingrediente ativo de forma lenta, permitindo assim um controle de cupins a longo prazo.

A estratégia de controle por barreira química possui três formas de atuação: 1 - tóxicos repelentes, 2 - tóxicos, mas não repelentes e 3 - não repelentes e tóxicos com ação lenta (Rust & Smith, 1993).

Para o caso de cupins como *H. tenuis*, a estratégia de barreira química é inexecutável, pois é sabido que este ocorre em reboleiras nos canaviais, necessitando portanto de um controle mais localizado, com a utilização de iscas atrativas, onde o cupim tem contato com o agente de controle e o leva para toda a colônia transmitindo-o de forma mais generalizada chegando até a rainha (Almeida & Alves, 1995).

Alguns pesquisadores têm estudado formulações de inseticidas não repelentes aos cupins para serem incorporados em iscas. Su (1994) verificou a redução da população de *Reticulitermes flavipes* de 90 a 100% utilizando hexaflumuron em iscas de madeira em campo.

Além dos inseticidas, os fungos entomopatogênicos como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* têm provado serem eficientes no controle de cupins em laboratório (Hanel, 1982b; Fernandes, 1991; Almeida, 1994).

Os fungos entomopatogênicos podem ser incorporados às iscas para atuarem como agentes de controle de cupim, sendo também interessante o uso associado ou não a um inseticida ou regulador de crescimento de insetos para causar efeito sinérgico no controle de cupins subterrâneos (Zeck & Monke, 1992; Almeida, 1994).

Almeida & Alves (1996) verificaram um pequeno efeito sinérgico quando associaram o inseticida imidacloprid com o fungo *Beauveria bassiana* na formulação micélio seco. O inseticida foi aplicado em iscas Termitrap em uma concentração muito baixa, sendo que na concentração 0,001% a porcentagem de mortalidade foi de apenas 3,1% oito dias após da aplicação.

O objetivo deste trabalho foi testar um inseticida e um regulador de crescimento de inseto, associados ou não, a um entomopatógeno para a diminuição da população do cupim subterrâneo *H. tenuis* em época de seca.

5.2 Material e métodos

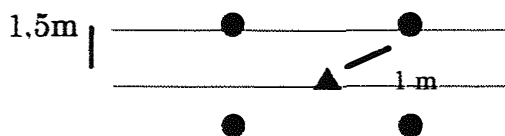
O experimento foi realizado na Fazenda Retiro da Usina Santa Helena, no município de Piracicaba-SP.

Inicialmente realizou-se um monitoramento com iscas Termitrap, num canal, com o objetivo de se localizar 24 focos de *H. tenuis*.

Após a localização dos focos foram instaladas iscas com os seguintes tratamentos: 1 - imidacloprid 0,1%; 2 - imidacloprid 0,1% + *B. bassiana* (conídios puros); 3 - triflumuron 0,1%; 4 - triflumuron 0,15%; 5 - triflumuron 0,2%; 6 - triflumuron 0,1% + *B. bassiana*; 7 - *B. bassiana* e 8 - Testemunha (somente iscas).

A quantidade de inseticida foi calculada em relação ao peso da isca (50 g) e o ingrediente ativo. A isca foi mergulhada na calda inseticida durante 40 segundos, de modo a absorver 30 ml desta, carregando a quantidade de ingrediente ativo calculada.

Na instalação das iscas Termitrap com os tratamentos nos focos, foram colocadas duas iscas sem tratamento na linha de cana acima e duas iscas na linha abaixo (Figura 5.1). Cada tratamento foi repetido três vezes, sendo o delineamento experimental em blocos casualizados.



LEGENDA: ● - Isca de monitoramento;▲- Isca com tratamento.

Figura 5.1. Croqui da instalação dos tratamentos do experimento de controle de *Heterotermes tenuis* em cana-de-açúcar com iscas Termitrap utilizando inseticida, regulador de crescimento e fungo entomopatogênico (Fazenda Retiro, Usina Santa Helena, Piracicaba-SP).

As avaliações foram realizadas a cada 15 dias, durante cinco meses, num total de nove contagens, sendo que os indivíduos coletados nas iscas, tratamentos e laterais, foram contados e colocados em câmara úmida (UR 100%), separados por tratamento e repetição em câmara para B.O.D. a $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura, umidade relativa de $60\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, para a confirmação da mortalidade pelo fungo *B. bassiana* após 10 dias no máximo.

O experimento foi instalado no dia 31 de março de 1995 e a última avaliação foi no dia 7 de agosto de 1995. Época de seca na região, com temperatura relativamente baixa (Figura 5.2).

Os dados foram submetidos a uma análise de covariância, levando-se em consideração o número de cupins observados antes da aplicação do tratamento e o número deles coletados durante os cinco meses de avaliação.

5.3 Resultados e discussão

O número médio de cupins coletados nas iscas centrais, na ocasião da instalação do experimento, por tratamento, está representado na Tabela 5.1. Foi possível observar que a quantidade de cupins nesses focos não foi caracterizada como alta infestação. Essa ocorrência pode estar relacionada com as baixas temperaturas e precipitações, nessa época do ano (Figura 5.2).

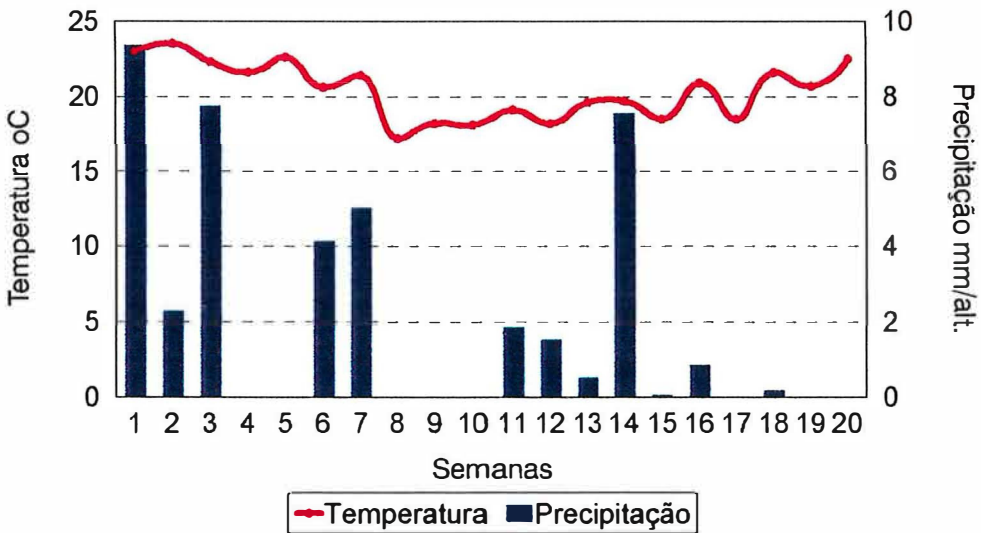


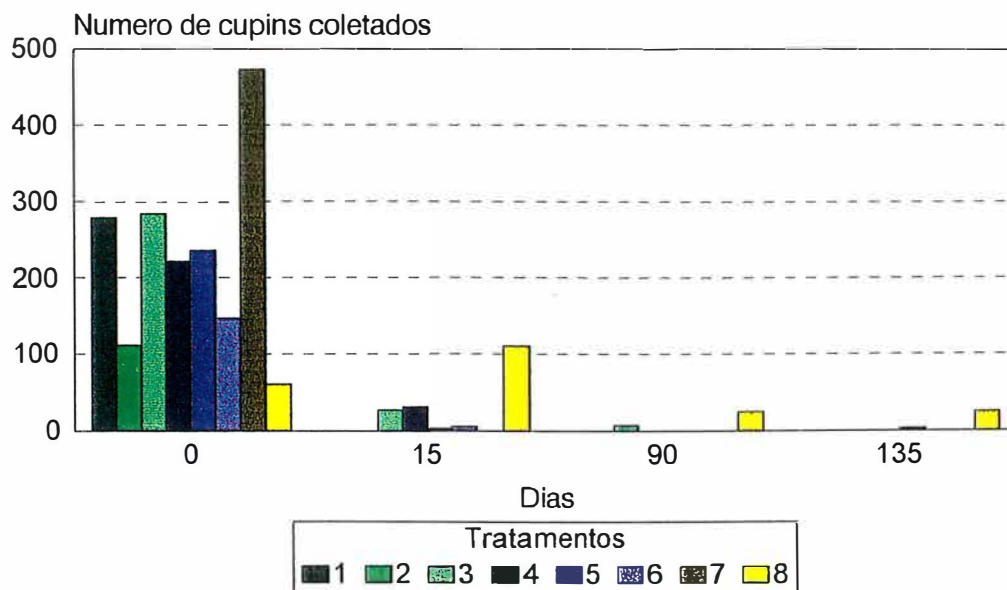
Figura 5.2. Temperatura (°C) e precipitação (mm/alt.) nos meses de abril, maio, junho, julho e agosto de 1995, durante a avaliação do experimento de controle de *Heterotermes tenuis* com iscas Termitrap impregnadas com inseticida, regulador de crescimento e o fungo *Beauveria bassiana* (ESALQ/USP Piracicaba-SP - 14 km de distância).

Tabela 5.1. Média de cupins por focos nos tratamentos (três repetições), no monitoramento, na ocasião da aplicação das iscas tratadas. (Fazenda Retiro, Usina Santa Helena, Piracicaba-SP).

Tratamentos	População média (cupins/foco)
1-imidacloprid 0,1%	279,7
2-imidacloprid 0,1% + <i>B. bassiana</i> (conídios puros)	111,7
3-triflumuron 0,1%	284,0
4-triflumuron 0,15%	221,7
5-triflumuron 0,2%	235,3
6-triflumuron 0,1% + <i>B. bassiana</i>	146,7
7- <i>B. bassiana</i> (conídios puros)	472,0
8-Testemunha	156,7

Após 15 dias da aplicação, ocorreu a eliminação da população nos tratamentos 1-imidacloprid 0,1%; 2 - imidacloprid 0,1% + *B. bassiana*; 5 - triflumuron 0,2%; 6 - triflumuron 0,1% + *B. bassiana* e 7 - *B. bassiana*. Nos tratamentos: 3 - triflumuron 0,1% e 4 - triflumuron 0,15% houve uma grande diminuição, mas não ocorreu a eliminação e na Testemunha, verificou-se um aumento na população (Figura 5.3).

No decorrer das avaliações, não ocorreu mais insetos nos tratamentos 1, 2, 6 e 7 representados pelas armadilhas centrais. Nos tratamentos 3 e 4 houve uma diminuição gradativa dos cupins e na Testemunha, ocorreu uma diminuição da população devido a queda da temperatura e a diminuição das chuvas, mas o número de insetos coletados foi dinâmico, ou seja, voltou a crescer. No tratamento 5, coletou-se uma pequena quantidade de cupins na penúltima avaliação (Figura 5.3).



LEGENDA: 1 - imidacloprid 0,1%; 2 - imidacloprid 0,1% + *Beauveria bassiana*; 3 - triflumuron 0,1%, 4 - triflumuron 0,15%; 5 - triflumuron 0,2%; 6 - triflumuron 0,1% + *B. bassiana*; 7 - *B. bassiana* e 8 - Testemunha.

Figura 5.3. Média de cupins coletados antes e após a aplicação de iscas Termitrap[®] impregnadas com inseticida, regulador de crescimento e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Piracicaba-SP).

Pela média de cupins coletados durante cinco meses, após a aplicação dos tratamentos, verificou-se que os tratamentos 5 - triflumuron 0,2% e 6 - triflumuron 0,1% + *B. bassiana* foram os que diferenciaram dos demais, sendo os tratamentos 8 - testemunha e 7 - *B. bassiana* os que mais coletaram, conseqüentemente com menor mortalidade, diferenciando dos demais (Tabela 5.2).

Tabela 5.2. Número médio de cupins coletados durante cinco meses em época seca, após a aplicação de inseticida, regulador de crescimento associados ou não ao fungo *Beauveria bassiana* (Fazenda Retiro, Usina Santa Helena, Piracicaba-SP).

Tratamentos	Número médio de cupins coletados
1-imidacloprid 0,1%	2,43 cd
2-imidcloprid 0,1% + <i>B. bassiana</i> (conídios puros)	6,84 abc
3-triflumuron 0,1%	4,52 bcd
4-triflumuron 0,15%	1,03 cd
5-triflumuron 0,2%	1,74 cd
6-triflumuron 0,1% + <i>B. bassiana</i> (conídios puros)	0,05 d
7- <i>B. bassiana</i>	12,79 ab
8-Testemunha	16,31 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. CV = 20,37%. Dados transformados por $\log x + 10$.

Esses resultados estão de acordo com o que Su (1994) observou com os cupins da espécie *R. flavipes*, quando utilizou em iscas de madeira, um regulador de crescimento (IGR), o hexaflumuron, em condições de campo, verificando diminuição da população.

Com relação aos tratamentos com o inseticida imidacloprid, constatou-se que a concentração 0,1% foi muito alta, ocasionando a morte dos insetos que atacaram a isca contaminada, não dando chance de contaminar o resto da colônia, diferenciando dos resultados encontrados por Almeida & Alves (1996) e Zeck & Monke (1992).

O triflumuron (regulador de crescimento) foi mais eficiente na concentração 0,2% e na concentração 0,1% quando associado ao fungo *B. bassiana* quando também causou diminuição da população de *H. tenuis*.

Os resultados desse experimento demonstram a eficiência da estratégia de iscas no controle de cupins subterrâneos, os quais carregam parte da isca contaminada com o inseticida ou fungo para dentro do ninho, transmitindo os agentes para outros indivíduos até a eliminação da colônia, ou parte da colônia. Observou-se que a atividade de forrageamento de *H. tenuis* em época seca é menor nas proximidades da superfície. Mesmo assim, essa atividade foi eficiente para a transferência de uma quantidade suficiente da isca capaz de eliminar a colônia ou de parte da colônia, ou grande parte dela, ou grande parte dela.

6 CONTROLE DE *Heterotermes tenuis* COM ISCAS TERMITRAP IMPREGNADAS COM OS INSETICIDAS IMIDACLOPRID E FIPRONIL, ASSOCIADOS OU NÃO AO FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO *Beauveria bassiana*.

6.1 Introdução

Novas estratégias de controle de cupins têm surgido, tal como a de armadilha, que leva em conta o comportamento social desses insetos, como trofalaxia, limpeza e tigmotropismo. O princípio desta estratégia é a transmissão de agentes químicos ou microbianos diretamente para os cupins, visando atingir toda a colônia (Myles 1992).

Segundo Su et al. (1987) a estratégia de ação lenta (“slow-acting”) de inseticidas com armadilhas, usa da premissa que uma colônia inteira de cupim pode ser destruída se somente uma parte do sistema de galerias for tratado, com uma isca-armadilha, porque o agente tóxico é distribuído para toda a colônia pelas interações sociais (trofalaxia, lambimento etc.).

Zeck & Monke (1992) estudaram o efeito sinérgico do imidacloprid, um inseticida do grupo das nitroguaninas, com fungos *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces farinosus*, *Conidioborus coronatus*, *Beauveria bassiana* e *Actinomucor* sp. em cupins das espécies *Reticulitermes flavipes* e *Coptotermes formosanus*. Verificaram que o solo tratado com 1 ppm de imidacloprid mais *M. anisopliae* ou *B. bassiana*, causou mortalidade mais

rápida do que somente o imidacloprid na concentração de 1 ppm. Observaram que o imidacloprid não foi repelente aos cupins *R. flavipes* e *C. formosanus*.

Segundo Su et al. (1994) para o uso da técnica “slow-acting” em armadilhas para o controle de cupins subterrâneos, é necessário se estimar a dose sub-letal para cada espécie e inseticida. Para tanto, estes autores testaram sulfluramida, diclorane, hydransentilon e ácido bórico sobre cupins *C. formosanus* e *R. flavipes* respectivamente. A sulfluramida foi mais tóxica para *C. formosanus* ($DL_{50} = 4,31 \mu\text{g/g}$) e o diclorane foi o mais tóxico para *R. flavipes* ($DL_{50} = 4,18 \mu\text{g/g}$).

Almeida & Alves (1996) estudaram a concentração sub-letal de imidacloprid ao cupim *H. tenuis* em iscas Termitrap associado ao fungo *B. bassiana* em laboratório. No teste de concentração de imidacloprid, verificaram que as concentrações de 0,01 e 0,1% causaram mortalidade total dos operários de *H. tenuis* em até 6 dias, observaram, também, que não houve repelência das iscas aos insetos. No experimento de associação do imidacloprid com o fungo, utilizaram as concentrações 0,01 e 0,001%, sendo o fungo aplicado nas iscas Termitrap nas formulações: conídios puros, pasta de arroz e micélio seco. Verificaram que houve compatibilidade do fungo *B. bassiana* com o inseticida imidacloprid, além de não ter ocorrido repelência dos cupins ao fungo. Os tratamentos com fungo mais inseticida e somente o fungo causaram mortalidade maiores (imidacloprid 0,001% + fungo em conídios puros = 69,8%) que o tratamento com inseticida isoladamente (imidacloprid a 0,001% = 3,1% de mortalidade), observando-se um pequeno efeito sinérgico quando se utilizou micélio seco mais o imidacloprid. O tratamento com conídios puros causou mortalidade mais rápida que os demais tratamentos ($TL_{50} = 2,34$ dias).

De acordo com as características de controle (“slow-acting”), o uso de

fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* é uma alternativa viável, pois além das condições favoráveis de temperatura e umidade que as colônias de *H. tenuis* oferecem e do comportamento social dessa espécie, este fungo pode ser utilizado em armadilhas de atração como a Termitrap, já testada para o monitoramento em cana-de-açúcar e florestas, pela estratégia de introdução inoculativa, podendo ser usado em associação com um inseticida ou regulador de crescimento em sub-dosagem (Almeida 1994, Almeida & Alves 1995).

Macedo et al. (1997) testaram os inseticidas fipronil (800 WG), fipronil (20 G), isasofós (500 SC), endosulfan (350 CE), triazofós (400 BR), silafluorfen), endosulfan (20 SR) e heptacloro (400 CE) em parcelas com cana-de-açúcar, pulverizados ou polvilhados diretamente no solo. Os autores verificaram que após duas colheitas consecutivas, o fipronil, na formulação 800 WG apresentou o melhor controle do cupim *H. tenuis* e de larvas de coleópteros.

O objetivo deste trabalho foi estudar a redução da população de *H. tenuis* em focos pré-determinados com iscas Termitrap impregnadas com inseticidas associados ao fungo *B. bassiana*.

6.2 Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda São José da Usina São João, no município de Rio Claro-SP. Foi utilizado o talhão 6, de aproximadamente 12,19 ha, com solo Podzólico Vermelho-Amarelo.

Inicialmente foram instaladas 760 iscas Termitrap numa distância de 5 X 5 m na rua de cana. Essas iscas foram colocadas somente para o monitoramento de focos de *H. tenuis*, portanto não estavam impregnadas com qualquer agente de controle. Após 15 dias, todas as iscas de

monitoramento foram avaliadas quanto a presença ou não de *H. tenuis*, utilizando a seguinte escala de notas: 0 - ausência de cupins; 1 - de 1 a 100 cupins; 2 - de 101 a 500 cupins; 3 - de 501 a 1.000 cupins e 4 - mais de 1.001 cupins. O monitoramento foi realizado entre 4 e 19 de novembro de 1996.

Foram selecionados 30 focos (iscas) com cupim *H. tenuis*, para a instalação das iscas com tratamento e de monitoramento de foco. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições, totalizando 30 focos. Os tratamentos foram os seguintes: 1 - imidacloprid 0,01%; 2 - imidacloprid 0,01% + *B. bassiana* (conídios puros); 3 - fipronil 0,003%; 4 - fipronil 0,003% + *B. bassiana*; 5 - *B. bassiana* e 6 - Testemunha.

Nos focos, onde se instalaram os tratamentos, foram colocadas quatro iscas sem tratamento, duas na linha de cana acima e duas na linha abaixo (Figura 5.1). O experimento foi instalado no dia 25 de novembro de 1996.

Os inseticidas imidacloprid e fipronil foram impregnados nas iscas Termitrap em água, sendo que a concentração de cada um foi calculada na proporção peso/peso. Em cada isca de 41 g impregnou-se 5,85 mg de imidacloprid e 1,53 mg de fipronil, sendo utilizado 50 ml de solução por isca. O fungo *B. bassiana* foi impregnado em conídios puros utilizando-se uma espoja plástica. Desta forma, cada isca recebeu cerca de 10^9 conídios do isolado 634, previamente selecionado para essa espécie de cupim (Almeida 1994). No tratamento Testemunha, instalaram-se iscas sem tratamento.

As iscas centrais, com tratamento e as iscas laterais foram avaliadas aos 15, 30, 41, 63, 86 e 136 dias, utilizando-se a mesma escala de notas usada para o monitoramento da área.

Os dados foram analisados através do teste de Tukey a 5% de significância, comparando-se os tratamentos entre si as notas populacionais das iscas laterais com as centrais.

6.3 Resultados e discussão

A média das notas populacionais de cada tratamento na ocasião da instalação do experimento estão representados na Tabela 6.1.

Foi possível, portanto, instalar o experimento em uma área bastante homogênea, em termos de densidade populacional de *H. tenuis*.

Tabela 6.1. Médias das notas populacionais de *Heterotermes tenuis* na ocasião da instalação dos tratamentos em iscas Termitrap contendo inseticidas associados ou não ao fungo entomopatogênico *B. bassiana* (Rio Claro-SP).

Tratamentos (n = 5)	Média das notas populacionais
1- imidacloprid 0,01%	1,8±0,37 a
2- imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	2,0 a
3- fipronil 0,003%	1,8±0,37 a
4- fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	1,8±0,20 a
5- <i>B. bassiana</i>	1,6±0,24 a
6- Testemunha	2,0±0,31 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. CV=35%.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 6.2, verificou-se que o tratamento Testemunha, contendo somente a isca Termitrap, diferenciou dos demais tratamentos dos 15 aos 86 dias após a aplicação em campo, com exceção do tratamento 5 - *B. bassiana*, onde a média das notas populacionais foi igual a Testemunha até os 41 dias. Nos demais tratamentos a média populacional diminuiu de aproximadamente 2 para zero. Além disso, no

tratamento Testemunha pode-se verificar que houve um aumento da média populacional durante algumas avaliações; somente na de 136 dias, a média populacional decaiu, não diferenciando dos demais tratamentos, devido a baixa precipitação pluviométrica da região nesta época (abril/1996).

Foi possível observar que o inseticida imidacloprid 0,01% (Tratamento 1) causou a diminuição da população de *H. tenuis* de forma mais lenta, pois, essa população somente chegou a zero na avaliação aos 30 dias. Já no tratamento 2, quando esse inseticida foi associado ao fungo *B. bassiana*, o decréscimo da mortalidade foi mais rápido, porém, quando o fungo foi aplicado sem inseticida associado o decréscimo da população foi mais lento do que nos tratamentos de 1 a 4 (Tabela 6.2).

Na análise das médias das notas populacionais das iscas laterais, utilizadas somente para monitoramento, foi possível verificar que na maioria das avaliações não houve diferença estatística entre os tratamentos, com exceção das avaliações aos 86 e 136 dias (Tabela 6.3). Apesar de haver uma pequena população nas iscas laterais, observou-se que essa população diminuiu no decorrer das avaliações, demonstrando a eficiência dos tratamentos: 1- imidacloprid 0,01%, 2 - imidacloprid 0,01% + *B. bassiana*, 3 - fipronil 0,003% e 4 - fipronil 0,003% + *B. bassiana*, decorridos aos 86 e 136 dias da instalação do experimento. Nesses tratamentos a média das notas da Testemunha foi mais alta, diferenciando dos demais. Notou-se também que não houve repelência dos tratamentos ao cupim *H. tenuis*, já que todas as iscas foram visitadas e danificadas (Tabela 6.3).

Tabela 6.2. Média das notas populacionais de *Heterotermes tenuis* em iscas tratadas com *Beauveria bassiana* associado ou não com inseticidas (Rio Claro-SP).

Avaliação	Tratamentos	Médias das notas (n=5)
15 dias CV = 17%	1-imidacloprid 0,01%	0,15±0,2 bc
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0 c
	3-fipronil 0,003%	0,0 c
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 c
	5- <i>B. bassiana</i>	0,75±0,2 b
	6-Testemunha	2,35±0,4 a
30 dias CV = 15%	1-imidacloprid 0,01%	0,0 c
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0 c
	3-fipronil 0,003%	0,0 c
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 c
	5- <i>B. bassiana</i>	1,1±0,2 b
	6-Testemunha	2,11±0,48 a
41 dias CV = 23%	1-imidacloprid 0,01%	0,0 b
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	3-fipronil 0,003%	0,0 b
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	5- <i>B. bassiana</i>	0,75±0,2 a
	6-Testemunha	1,64±0,48 a
63 dias CV = 14%	1-imidacloprid 0,01%	0,0 b
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	3-fipronil 0,003%	0,0 b
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,15±0,2 b
	5- <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	6-Testemunha	3,15±0,37 a

Tabela 6.2. Média das notas populacionais de *Heterotermes tenuis* em iscas tratadas com *Beauveria bassiana* associado ou não com inseticidas (Rio Claro-SP)

86 dias	1-imidacloprid 0,01%	0,0	b
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0	b
CV = 24%	3-fipronil 0,003%	0,0	b
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0	b
	5- <i>B. bassiana</i>	0,0	b
	6-Testemunha	1,99±0,58 a	
136 dias	1-imidacloprid 0,01%	0,0	a
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0	a
CV = 27%	3-fipronil 0,003%	0,0	a
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0	a
	5- <i>B. bassiana</i>	0,0	a
	6-Testemunha	0,58±0,58 a	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

Tabela 6.3. Média das notas da população de *Heterotermes tenuis* em iscas para monitoramento, sem tratamento, nos focos com iscas tratadas (Rio Claro-SP).

Avaliação	Tratamentos	Médias das notas (n=5)
15 dias CV = 20%	1-imidacloprid 0,01%	0,35±0,23 a
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,18±0,11 a
	3-fipronil 0,003%	0,38±0,14 a
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 a
	5- <i>B. bassiana</i>	0,22±0,15 a
	6-Testemunha	0,41±0,20 a
30 dias CV = 17%	1-imidacloprid 0,01%	0,49±0,27 ab
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,24±0,09 ab
	3-fipronil 0,003%	0,44±0,09 ab
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,09±0,1 b
	5- <i>B. bassiana</i>	0,34±0,09 ab
	6-Testemunha	0,83±0,17 a
41 dias CV = 21%	1-imidacloprid 0,01%	0,59±0,27 a
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,27±0,17 a
	3-fipronil 0,003%	0,34±0,09 a
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,42±0,15 a
	5- <i>B. bassiana</i>	0,43±0,15 a
	6-Testemunha	0,59±0,27 a
63 dias CV = 18%	1-imidacloprid 0,01%	0,59±0,27 a
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,59±0,27 a
	3-fipronil 0,003%	0,74±0,09 a
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,70±0,28 a
	5- <i>B. bassiana</i>	0,44±0,05 a
	6-Testemunha	1,28±0,20 a

Tabela 6.3. Média das notas da população de *Heterotermes tenuis* em iscas para monitoramento, sem tratamento, nos focos com iscas tratadas (Rio Claro-SP).

86 dias CV = 14%	1-imidacloprid 0,01%	0,38±0,14 b
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,40 b
	3-fipronil 0,003%	0,19±0,08 b
	4-fipronil+ <i>B. bassiana</i>	0,28±0,12 b
	5- <i>B. bassiana</i>	0,36±0,21 b
	6-Testemunha	1.20±0,08 a
136 dias CV = 11%	1-imidacloprid 0,01%	0,28±0,12 b
	2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,14±0,09 b
	3-fipronil 0,003%	0,24±0,09 b
	4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	5- <i>B. bassiana</i>	0,30±0,05 b
	6-Testemunha	0,84±0,09 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

Quando se comparou as médias das notas populacionais das iscas centrais com as laterais do mesmo tratamento, na avaliação aos 15 dias, verificou-se que não houve diferenças entre as médias das notas populacionais dessas iscas. Notou-se que não houve diferença estatística entre as iscas centrais e laterais dos tratamentos de 1 a 5. Somente a população das iscas centrais da Testemunha foi superior às populações encontradas nas iscas laterais (Tabela 6.4).

Na avaliação aos 30 dias, verificou-se o mesmo resultado de 15 dias, demonstrando que não houve diferença entre as iscas centrais e as laterais, comprovando-se que a média populacional dos tratamentos não tinha sido afetada pelos mesmos.

Tabela 6.4. Comparação entre as médias das notas de população de *Heterotermes tenuis* das iscas laterais não-tratadas com a isca central com os tratamentos, após 15 dias (Rio Claro-SP).

Tratamentos	Iscas centrais	Iscas laterais	CV (%)
1-imidacloprid 0.01%	0,16±0,20 a	0,36±0,18 a *	26
2-imidacloprid 0.01% + <i>B. bassiana</i>	0,0 a	0,18 a	15
3-fipronil 0.003%	0,0 a	0,33±0,22 a	22
4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 a	0,19 a	15
5- <i>B. bassiana</i>	0,75±0,20 a	0,20±0,19 a	23
6-Testemunha	2,35±0,40 b	0,36±0,27 a	21

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* A comparação deve ser feita no sentido horizontal.

Tabela 6.5. Comparação entre as médias das notas de população de *Heterotermes tenuis* da iscas central com tratamentos e as iscas laterais não-tratadas, após 30 dias (Rio Claro-SP).

Tratamentos	Iscas centrais		Iscas laterais	CV (%)
1-imidacloprid 0,01%	0,0	a	0,48±0,22 a *	22
2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0	a	0,21±0,15 a	17
3-fipronil 0,003%	0,0	a	0,39±0,19 a	20
4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0	a	0,08±0,10 a	13
5- <i>B. bassiana</i>	1,18±0,20	a	0,31±0,07 b	12
6-Testemunha	2,11±0,48	a	0,70±0,43 a	28

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

*A comparação deve ser feita no sentido horizontal.

Nas avaliações aos 41 e 63 dias, verificou-se que as médias das iscas centrais diferenciaram das laterais nos tratamentos de 1 a 4 e de 1 a 5 respectivamente, porém no tratamento Testemunha a média das notas populacionais nas iscas centrais continuaram altas não diferenciando das laterais (Tabelas 6.6 e 6.7).

Tabela 6.6. Comparação entre as médias das notas de população de *Heterotermes tenuis* das iscas laterais não-tratadas com as iscas centrais com tratamentos, após 41 dias (Rio Claro-SP).

Tratamentos	Isclas centrais	Isclas laterais	CV(%)
1-imidacloprid 0.01%	0,0	b 0,51±0,24 a *	23
2-imidacloprid 0.01% + <i>B. bassiana</i>	0,0	b 0,26±0,15 a	11
3-fipronil 0.003%	0,0	b 0,30±0,18 a	19
4-fipronil 0.003% + <i>B. bassiana</i>	0,0	b 0,30±0,12 a	13
5- <i>B. bassiana</i>	0,75±0,20 a	0,47±0,08 a	17
6-Testemunha	1,64±0,48 a	0,53±0,31 a	31

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* A comparação deve ser feita no sentido horizontal.

Tabela 6.7. Comparação entre as médias das notas de população de *Heterotermes tenuis* das iscas laterais não-tratadas com as iscas centrais com tratamentos, após 63 dias (Rio Claro-SP).

Tratamentos	Isclas centrais	Isclas laterais	CV(%)
1-imidacloprid 0.01%	0,0	b 0,67±0,09 a *	7
2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0	b 0,67±0,09 a	7
3-fipronil 0.003%	0,0	b 0,72±0,15 a	11
4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,15±0,20	b 0,76±0,13 a	20
5- <i>B. bassiana</i>	0,0	b 0,40±0,17 a	17
6-Testemunha	3,15±0,37 a	1,12±0,52 b	21

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* A comparação deve ser feita no sentido horizontal.

Na comparação das médias das notas populacionais entre as iscas centrais e laterais na avaliação aos 86 dias, verificou-se que não houve diferença entre as iscas centrais e laterais, porém a média da Testemunha continuou elevada e a dos tratamentos foram muito baixas, demonstrando a redução da população de *H. tenuis* como já foi demonstrado nas Tabelas 3 e 4 (Tabela 6.8).

Tabela 6.8. Comparação entre as médias das notas de população de *Heterotermes tenuis* das iscas laterais não-tratadas com as iscas centrais com tratamentos, após 86 dias (Rio Claro-SP).

Tratamentos	Isclas centrais	Isclas laterais	CV(%)
1-imidacloprid 0,01%	0,0 a	0,32±0,22 a*	22
2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0 a	0,33±0,20 a	20
3-fipronil 0,003%	0,0 a	0,15±0,13 a	16
4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 a	0,25±0,13 a	16
5- <i>B. bassiana</i>	0,0 a	0,36±0,12 a	13
6-Testemunha	1,99±0,58 a	0,99±0,56 a	21

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* A comparação deve ser feita no sentido horizontal.

Na avaliação aos 136 dias, a média das notas populacionais foram consideradas baixas em todos os tratamentos, porém quando se comparou as médias das iscas centrais com as laterais, nos tratamentos 1 - imidacloprid 0,01% e 2 - imidacloprid 0,01% + *B. bassiana*, as mesmas foram diferentes estatisticamente. Apesar disso pôde-se observar que as médias populacionais dos tratamentos foram muito baixas conforme já foi discutido anteriormente (Tabela 6.9).

Tabela 6.9. Comparação entre as médias das notas de população de *Heterotermes tenuis* das iscas laterais não-tratadas com as iscas centrais com tratamentos, após 136 dias (Rio Claro-SP).

Tratamentos	Iscas centrais	Iscas laterais	CV(%)
1-imidacloprid 0,01%	0,0	b 0,26±0,09 a *	12
2-imidacloprid 0,01% + <i>B. bassiana</i>	0,0	b 0,11±0,04 a	7
3-fipronil 0,003%	0,0	a 0,20±0,12 a	15
4-fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0	a 0,0 a	23
5- <i>B. bassiana</i>	0,0	a 0,22±0,23 a	-
6-Testemunha	0,80±0,58	a 0,80±0,31 a	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

* A comparação deve ser feita no sentido horizontal.

Esses resultados estão de acordo com o que Zeck & Monke (1992) encontraram, pois segundo esses autores, o inseticida imidacloprid causou mortalidade nos cupins *R. flavipes* e *C. formosanus* em iscas de papelão e em concentrações baixas, tais como as utilizadas nesta pesquisa. Eles, ainda verificaram que na associação do fungo *M. anisopliae* com o imidacloprid, houve um efeito sinérgico, com diminuição no tempo letal desses insetos.

Segundo Su et al. (1994), a utilização de inseticidas em baixas concentrações, em iscas atrativas para cupim seria denominada tecnicamente de ação lenta (“slow-acting”), pois daria chance dos insetos se alimentarem e se contaminarem, levando o ingrediente ativo até o centro do ninho subterrâneo, causando a sua eliminação. De acordo com essa técnica, os resultados apresentados nessa pesquisa demonstram a possibilidade do controle de *H. tenuis* com o uso de iscas Termitrap impregnadas com os inseticidas imidacloprid 0,01% e fipronil 0,003%, associados ao fungo *B.*

bassiana, podendo ser considerada uma estratégia ecológica e eficiente.

Almeida & Alves (1996) verificaram, em condições de laboratório, que a concentração 0,01% de imidacloprid em iscas Termitrap causou uma mortalidade de 100% após 8 dias da inoculação, não sendo repelente ao cupim *H. tenuis*, também observaram que houve compatibilidade com o fungo *B. bassiana*, o qual constatou-se não ser repelente ao cupim, melhorando sua eficiência quando associado ao imidacloprid em concentração baixa.

Neste experimento foi possível verificar que a isca Termitrap com inseticidas associados ao fungo *B. bassiana* reduz a população de *H. tenuis* em 120 dias.

7 CONTROLE DE *Heterotermes tenuis* E *Cornitermes cumulans* COM INSETICIDA ASSOCIADO AO FUNGO ENTOMOPATOGÊNICO *Beauveria bassiana* EM ISCA ATRATIVA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

7.1 Introdução

Os cupins tornaram-se importantes pragas da cana-de-açúcar, principalmente as espécies *Heterotermes tenuis* e *Cornitermes cumulans*, pois são as espécies mais freqüentes e de maior distribuição (Arrigoni et al. 1989).

O princípio de controle do método químico convencional é a aplicação de inseticida em área total, formando uma barreira química (Logan et al. 1990).

Novas estratégias de controle de cupins subterrâneos têm surgido, tal como a estratégia de isca-armadilha, que leva em consideração o comportamento social, como trofalaxia, hábitos de limpeza e tigmotropismo. O princípio desta estratégia é a transmissão de agentes químicos e/ou microbianos diretamente para os cupins, visando atingir toda a colônia por contágio e troca de alimento (Myles, 1992).

Assim, o uso de fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana*, constitui-se em alternativa viável, pois além das condições favoráveis de temperatura e umidade que as colônias de *H. tenuis* oferecem e do comportamento social dessa espécie, esse fungo pode ser utilizado em isca-armadilha altamente atrativa como a Termitrap. Esta isca vêm sendo

utilizada para o monitoramento em cana-de-açúcar e florestas, e para o controle na estratégia de introdução inoculativa, podendo ser empregada em associação com um inseticida químico em sub-dosagens (Almeida, 1994; Almeida & Alves, 1995).

Almeida & Alves (1996) estudaram, em condições de laboratório, a possibilidade do uso de iscas com inseticida associado ou não ao fungo *B. bassiana*. Verificaram que o inseticida imidacloprid, em baixas concentrações (0,1 a 0.0001%) não foi repelente ao cupim *H. tenuis*, nem quando houve associação com o fungo *B. bassiana*, havendo compatibilidade do inseticida com o fungo. Nos tratamentos, fungo mais inseticida e somente fungo, a mortalidade foi maior (imidacloprid 0,001% + fungo em conídios puros = 69,8% de mortalidade aos 8 dias) que o tratamento com o inseticida isoladamente (imidacloprid a 0,001% = 3,1% de mortalidade aos 8 dias).

Boucias et al. (1996) observaram que com a aplicação do inseticida imidacloprid sobre operários de *Reticulitermes flavipes*, esses insetos tiveram seu comportamento completamente modificado, inclusive quando eles receberam conídios de *B. bassiana* em diferentes concentrações, não puderam fazer a limpeza, aumentando assim a capacidade infectante do fungo.

De acordo com Jones et al. (1996) os fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* são candidatos importantes para o controle de cupins com iscas atrativas, seguindo a premissa da ação lenta ("slow-acting"), em associação ou não com inseticidas em concentrações baixas.

O objetivo desse trabalho foi estudar o controle de *H. tenuis* e *C. cumulans* utilizando a isca Termitrap com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, isolado 634, em associação ao inseticida fipronil.

7.2 Material e métodos

O trabalho foi realizado no canavial da Usina da Pedra, no município de Altinópolis-SP, na Fazenda Alvorada.

Os talhões 7 e 8 estavam implantados em solo LVE (Latosolo Vermelho- Escuro) de textura arenosa, com data de plantio da cana em abril de 1994 e último corte em 30 de julho de 1996 (colheita mecanizada).

No dia 31 de janeiro de 1997 foram instaladas 241 iscas no talhão 7 e 166 iscas no talhão 8, totalizando 407 iscas. A distância entre iscas na linha de plantio foi de 10 metros e, entre ruas de 1,5 m cada, foi de 9 metros.

No dia 6 de março de 1997 realizou-se a avaliação das 407 iscas instaladas anteriormente, atribuindo-se notas para a população de cupins, segundo a escala: 0 - ausência; 1 - de 1 a 100 cupins; 2 - de 101 a 500 cupins; 3 - de 501 a 1000 indivíduos e 4 - mais de 1001 cupins. Na ocasião, anotou-se as espécies de cupins que ocorriam no local, bem como os focos de *Heterotermes tenuis* e *Cornitermes cumulans*.

A instalação dos tratamentos foi no dia 17 de março de 1997, sendo dezoito focos com *H. tenuis* e seis focos com *C. cumulans* totalizando 24 focos.

Os tratamentos foram os seguintes: Testemunha; A - fipronil 0,003% + *B. bassiana*; B - fipronil 0,003%; C - fipronil 0,001% ; D - fipronil 0,01% e E - *B. bassiana*.. Os tratamentos foram instalados num delineamento de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições.

O inseticida fipronil foi impregnado em iscas de papelão (Termitrap) com aproximadamente 12 cm de altura e 5 cm de diâmetro. O fungo *B. bassiana* foi aplicado na isca com uma espoja plástica, na forma de conídios puros, com aproximadamente 0,1 g de conídios (10^9 conídios).

As parcelas foram instaladas nos locais onde a população de cupim recebeu notas 3 e 4. Em cada parcela foram instaladas dez iscas, cinco em

uma linha a esquerda e cinco a direita, distantes duas ruas da isca central. As iscas com tratamento foram instaladas a cada 2 metros de distância, na linha. A dimensão da parcela foi de 10 metros de comprimento e 6 metros de largura (60 m²).

Na linha central da parcela, foram instaladas duas iscas sem tratamento para o monitoramento da população de cupins na parcela e a verificação de um possível efeito de repelência das iscas tratadas.

As avaliações das parcelas foram realizadas aos 30, 60 e 90 dias após a instalação, atribuindo-se notas para a população segundo a escala já citada e notas para os danos causados nas iscas pelos cupins segundo a seguinte escala de notas: 0 - ausência de danos; 1 - pouco danificada; 2 - danificada, 3 - muito danificada e S - isca completamente comida ou não-encontrada.

Os dados foram analisados aplicando-se um teste de Tukey para as médias de danos nas iscas tratadas das parcelas e nas médias de notas populacionais das mesmas iscas. A comparação das médias para avaliação dos tratamentos, foi feita através do teste de Dunnett (a nível de 5%).

7.3 Resultados e discussão

As médias das notas de danos dos tratamentos, nas avaliações aos 30, 60 e 90 dias não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 7.1). Foi possível observar um aumento dessas médias nas iscas com tratamento em todas as parcelas, verificando-se que nos tratamentos Testemunha e E - *B. bassiana* ocorreram danos maiores que nos demais tratamentos, seguido do tratamento B - fipronil 0,003% + *B. bassiana*.

Na ocasião da instalação do experimento, a média das notas populacionais estavam entre 3 e 4 para *H. tenuis* e *C. cumulans*, o que representa uma população de 501 a 1 000 indivíduos por isca.

Tabela 7.1. Médias das notas de danos de *Cornitermes cumulans* e *Heterotermes tenuis* em iscas Termitrap com inseticida associada ao fungo *Beauveria bassiana*, e somente fungo, após 30, 60 e 90 dias da aplicação (Altinópolis-SP).

Avaliações	Tratamentos	Média de danos (n=4)
30 dias CV = 34%	Testemunha	0,65±0,22 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,60±0,13 a
	B- fipronil 0,003%	0,50±0,09 a
	C - fipronil 0,001%	0,65±0,03 a
	D - fipronil 0,01%	0,50±0,04 a
	E - <i>B. bassiana</i>	0,97±0,06 a
60 dias CV = 15%	Testemunha	1,20±0,12 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	1,22±0,13 a
	B- fipronil 0,003%	1,00±0,06 a
	C - fipronil 0,001%	1,12±0,11 a
	D - fipronil 0,01%	0,90±0,07 a
	E - <i>B. bassiana</i>	1,27±0,06 a
90 dias CV = 23%	Testemunha	1,72±0,28 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	1,50±0,13 a
	B- fipronil 0,003%	1,32±0,12 a
	C - fipronil 0,001%	1,37±0,07 a
	D - fipronil 0,01%	1,22±0,05 a
	E - <i>B. bassiana</i>	1,52±0,13 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

7.3.1 *Cornitermes cumulans*

Observou-se no decorrer de todo o experimento que na área experimental havia maior quantidade de *C. cumulans* do que *H. tenuis*.

Nas iscas tratadas das parcelas, a média das notas aumentaram até aos 90 dias no tratamento Testemunha. No tratamento A - fipronil 0,003% + *B. bassiana*, verificou-se que a nota populacional decaiu aos 60 dias e voltou

a subir aos 90. O mesmo ocorreu no tratamento D - fipronil 0,001%. Já no tratamento C - fipronil 0,01% a média das notas populacionais decaiu nas três avaliações e no tratamento E - *B. bassiana*, ela diminuiu dos 30 para os 60 dias e manteve-se constante aos 90 (Tabela 7.2).

Comparando-se a média das notas populacionais das iscas tratadas com a média obtida nas iscas centrais, notou-se um aumento da população de *C. cumulans* aos 60 dias em todas as parcelas e uma diminuição em todos os tratamentos aos 90 dias, com exceção do tratamento A - fipronil 0,003% + *B. bassiana*, no qual a média populacional aumentou nas iscas centrais. No tratamento D - fipronil 0.01% a média populacional nas iscas centrais foi a menor dentre os outros tratamentos. Segundo essas observações, notou-se que pode ter havido uma falta de controle em alguns tratamentos como: A-fipronil 0.003% + *B. bassiana* e E-*B. bassiana* aos 90 dias ou mesmo a invasão das parcelas por novas colônias de *C. cumulans* (Figura 7.1).

As médias de danos nas iscas centrais decorridos 60 e 90 dias foram mais baixas do que a dos tratamentos, porque elas eram utilizadas a cada avaliação, porém, notou-se uma menor população em todos os tratamentos. Além disso verificou-se que não houve repelência, já que foram observados maiores danos nas iscas tratadas do que nas de monitoramento, o que indicou uma visitação constante daquelas iscas pelos operários de *C. cumulans* (Figura 7.2).

Na análise dos dados referentes a *C. cumulans*, não houve diferença significativa a 5% pelo teste de Tukey entre os tratamentos aos 30 e 60 dias. Já aos 90 dias, a média populacional da testemunha foi maior do que as obtidas nos demais tratamentos e igual ao tratamento A - fipronil 0,003% + *B. bassiana* (Tabela 7.2).

Tabela 7.2. Médias das notas populacionais do cupim *Cornitermes cumulans* em iscas Termitrap aos 30, 60 e 90 dias de avaliação (Altinópolis-SP).

Avaliações	Tratamentos	Média populacional (n=4)
30 dias CV = 12%	Testemunha	0,17±0,07 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,27±0,07 a
	B- fipronil 0,003%	0,04±0,05 a
	C - fipronil 0,001%	0,22±0,07 a
	D - fipronil 0,01%	0,04±0,05 a
	E - <i>B. bassiana</i>	0,20±0,13 a
60 dias CV = 9%	Testemunha	0,15±0,03 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,12±0,07 a
	B- fipronil 0,003%	0,00 a
	C - fipronil 0,001%	0,14±0,09 a
	D - fipronil 0,01%	0,00 a
	E - <i>B. bassiana</i>	0,07±0,05 a
90 dias CV = 13%	Testemunha	0,60±0,10 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,18±0,14 ab
	B- fipronil 0,003%	0,07±0,07 b
	C - fipronil 0,001%	0,02±0,02 b
	D - fipronil 0,01%	0,07±0,07 b
	E - <i>B. bassiana</i>	0,07±0,05 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

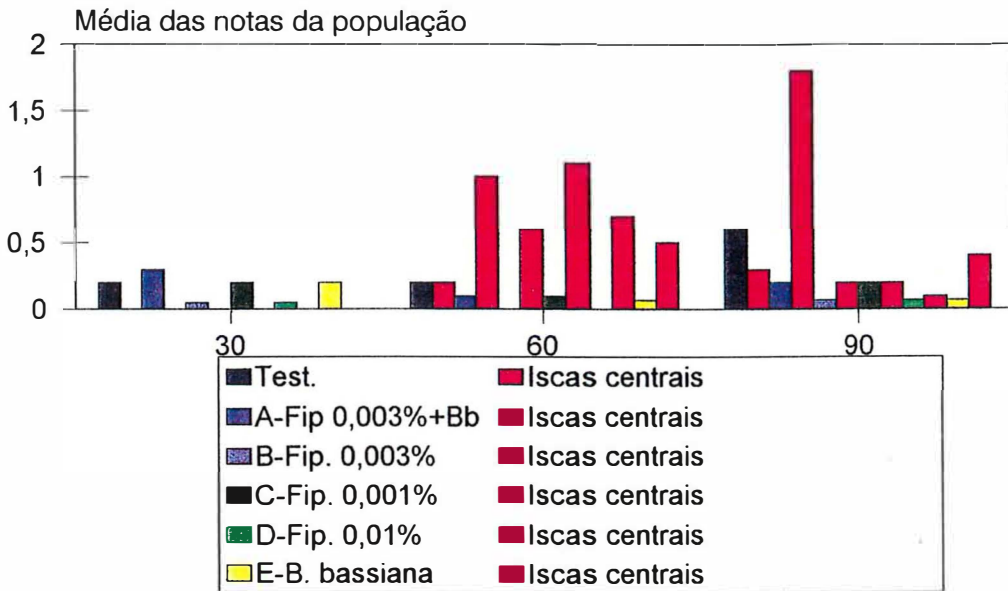


Figura 7.1. Comparação das médias das notas de população de *Cornitermes cumulans* nos tratamentos com as médias obtidas nas iscas centrais para monitoramento das parcelas em avaliações a 30, 60 e 90 dias (Altinópolis - SP).

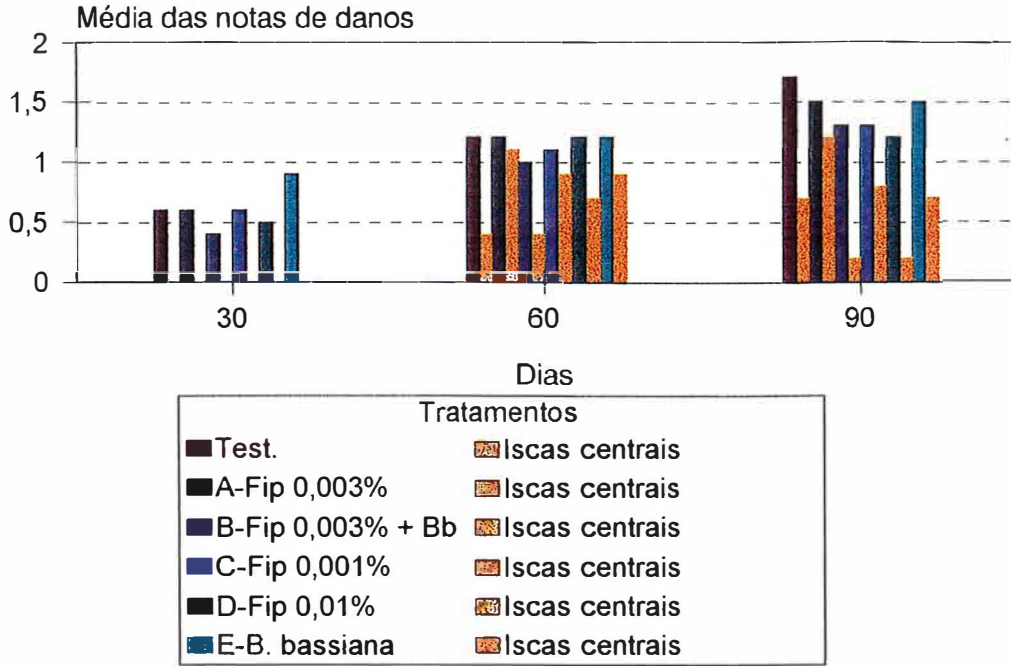


Figura 7.2. Comparação das médias da notas de danos por *Heterotermes tenuis* e *Cornitermes cumulans* em iscas tratadas com as médias obtidas nas iscas centrais para o monitoramento das parcelas, em avaliações a 30, 60 e 90 dias (Altinópolis - SP).

De acordo com esses resultados, verificou-se que para a espécie *C. cumulans*, os tratamentos em geral causaram uma diminuição da população, porém ela só foi significativa aos 90 dias, no tratamento D - fipronil 0,01%, onde a concentração do inseticida foi maior, mas não repelente, já que houve visitação e danos nas iscas tratadas. Notou-se também, que mesmo aos 90 dias não houve diferença entre os tratamentos com fipronil e *B. bassiana*.

Quando se comparou as médias das notas das populações das parcelas tratadas com as médias obtidas na Testemunha, pelo teste de Dunnett a 5%, verificou-se que após 30 dias, o tratamento C-fipronil 0,001% não diferiu da Testemunha e os demais tratamentos foram diferentes. Aos

60 dias as médias das notas das populações diminuíram em todas as parcelas, sendo que os tratamentos A - fipronil 0,003% + *B. bassiana*, C - fipronil 0.001% e E - *B. bassiana* não diferiram da Testemunha e os demais foram diferentes, com médias abaixo da Testemunha. Já aos 90 dias todos os tratamentos foram diferentes da Testemunha, com médias abaixo deste, demonstrando a diminuição da população de *C. cumulans* nos tratamentos (Tabela 7.3).

Tabela 7.3. Comparação das médias das notas de população de *Cornitermes cumulans* das parcelas com tratamento com a média obtida nas parcelas Testemunha aos 30, 60 e 90 dias (Altinópolis-SP).

Avaliações	Tratamentos	Média populacional
30 dias CV = 4%	Testemunha	0,17±0,07 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,27±0,07 b
	B- fipronil 0,003%	0,05±0,05 b
	C - fipronil 0,001%	0,21±0,07 a
	D - fipronil 0,01%	0,05±0,07 b
	E - <i>B. bassiana</i>	0,21±0,13 b
60 dias CV = 4%	Testemunha	0,15±0,03 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,12±0,07 a
	B- fipronil 0,003%	0,0 b
	C - fipronil 0,001%	0,14±0,09 a
	D - fipronil 0,01%	0,0 b
	E - <i>B. bassiana</i>	0,07±0,05 a
90 dias CV = 4%	Testemunha	0,59±0,10 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,18±0,14 b
	B- fipronil 0,003%	0,07±0,07 b
	C - fipronil 0,001%	0,02±0,02 b
	D - fipronil 0,01%	0,07±0,07 b
	E - <i>B. bassiana</i>	0,07±0,05 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem do tratamentos Testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de significância. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

Os resultados encontrados para *C. cumulans* nesse estudo estão de acordo com que Myles (1992) e Logan (1990) que relataram a respeito da utilização de iscas atrativas no controle de cupins subterrâneos. Para essa espécie de cupim seriam necessárias avaliações aos 120, 150 e 180 dias após a instalação das iscas com fipronil em concentrações baixas, segundo a tendência encontrada nesse estudo.

A não-repelência do inseticida ao cupim *C. cumulans* verificada nessa pesquisa é importante para a aplicação dessa metodologia de controle em áreas de cana-de-açúcar infestadas com essa espécie.

7.3.2 *Heterotermes tenuis*

A média das notas da população de *H. tenuis* foi maior aos 30, 60 e 90 dias no tratamento Testemunha. No tratamento E - *B. bassiana*, notou-se um decréscimo dos 30 para os 60 dias e um pequeno aumento da média decorridos 90 dias. Nos tratamentos C - fipronil 0,001% e D - fipronil 0,01% ocorreu somente uma pequena quantidade de insetos aos 60 dias. No tratamento B - fipronil 0,003% ocorreu a eliminação total da população somente depois de 90 dias e no tratamento A - fipronil 0,003% + *B. bassiana* a média das notas da população foi zero nas três avaliações (Tabela 7.4).

Comparando-se a média das notas da população de *H. tenuis* nas iscas tratadas com as iscas centrais, verificou-se que aos 30 dias a população nas parcelas ainda era alta; já aos 60 e 90 dias só ocorreu cupins nos tratamentos Testemunha e E - *B. bassiana* (Figura 7.3).

A média de danos nas iscas centrais foi menor nas avaliações de 60 e 90 dias por terem sido substituídas, mas é possível verificar que os danos nas iscas centrais também diminuíram em todos os tratamentos. Verificou-se

também a grande visitação das iscas pelos cupins, não havendo repelência em função da adição do inseticida químico ou biológico (Figura 7.2).

Observou-se também que não houve diferença estatística entre as médias das notas da população dos tratamentos aos 30 e aos 90 dias, porém, aos 60 dias a população da Testemunha se diferenciou dos demais tratamentos pelo teste de Tukey a 5%, no entanto entre os demais tratamentos essa diferença não foi observada (Tabela 7.4).

Tabela 7.4. Médias da notas populacionais do cupim *Heterotermes tenuis* em iscas Termitrap aos 30, 60 e 90 dias de avaliação (Altinópolis-SP).

Avaliações	Tratamentos	Média populacional
30 dias CV = 17%	Testemunha	0,43±0,30 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 a
	B- fipronil 0,003%	0,02±0,02 a
	C - fipronil 0,001%	0,0 a
	D - fipronil 0,01%	0,0 a
	E - <i>B. bassiana</i>	0,27±0,16 a
60 dias CV = 13%	Testemunha	0,57±0,18 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	B- fipronil 0,003%	0,02±0,02 b
	C - fipronil 0,001%	0,07±0,05 b
	D - fipronil 0,01%	0,02±0,02 b
	E - <i>B. bassiana</i>	0,13±0,15 b
90 dias CV = 20%	Testemunha	0,39±0,29 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 a
	B- fipronil 0,003%	0,0 a
	C - fipronil 0,001%	0,0 a
	D - fipronil 0,01%	0,0 a
	E - <i>B. bassiana</i>	0,16±0,20 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

Quando se comparam as médias das notas de população de *H. tenuis* com as médias obtidas na Testemunha, aplicando-se o teste de Dunnett a

5%, verificou-se aos 30 dias que a média da Testemunha foi mais alta que a dos demais tratamentos exceto do tratamento E - *B. bassiana*. Aos 60 e 90 dias determinou-se que todos os tratamentos diferiram da Testemunha, sendo que as médias dessas parcelas tratadas foi menor do que a da Testemunha, demonstrando a diminuição da população nesses tratamentos (Tabela 7.5).

Esses resultados estão de acordo com que Almeida & Alves (1996) encontraram com relação ao uso de iscas atrativas com baixas concentrações de imidacloprid e o fungo *B. bassiana*. A única diferença é que o tratamento E - *B. bassiana* nesse estudo, aos 90 dias em condições de campo não havia afetado a população de *H. tenuis* ao ponto de ser diferente da Testemunha, demonstrando a necessidade de mais tempo para que essa diminuição possa ocorrer.

Quando o fungo *B. bassiana* foi associado ao inseticida fipronil, a mortalidade foi mais rápida do que quando foi aplicado o fungo somente. O mesmo ocorreu no trabalho de Boucias et al. (1996), os quais aplicaram pequenas concentrações do inseticida imidacloprid associado ao fungo *B. bassiana* em operários de *R. flavipes* e observaram que o inseticida alterou o comportamento do inseto facilitando a ação do fungo.

Tabela 7.5. Comparação das médias das notas de população de *Heterotermes tenuis* das parcelas com tratamento com a média obtida nas parcelas Testemunha aos 30, 60 e 90 dias (Altinópolis-SP).

Avaliações	Tratamentos	Média populacional
30 dias CV = 10%	Testemunha	0,43±0,30 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	B- fipronil 0,003%	0,02±0,02 b
	C - fipronil 0,001%	0,0 b
	D - fipronil 0,01%	0,0 b
	E - <i>B. bassiana</i>	0,27±0,16 a
60 dias CV = 6%	Testemunha	0,57±0,18 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	B- fipronil 0,003%	0,02±0,02 b
	C - fipronil 0,001%	0,07±0,05 b
	D - fipronil 0,01%	0,02±0,02 b
	E - <i>B. bassiana</i>	0,13±0,15 b
90 dias CV = 8%	Testemunha	0,39±0,29 a
	A - fipronil 0,003% + <i>B. bassiana</i>	0,0 b
	B- fipronil 0,003%	0,0 b
	C - fipronil 0,001%	0,0 b
	D - fipronil 0,01%	0,0 b
	E - <i>B. bassiana</i>	0,16±0,20 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem do tratamentos Testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de significância. Dados transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

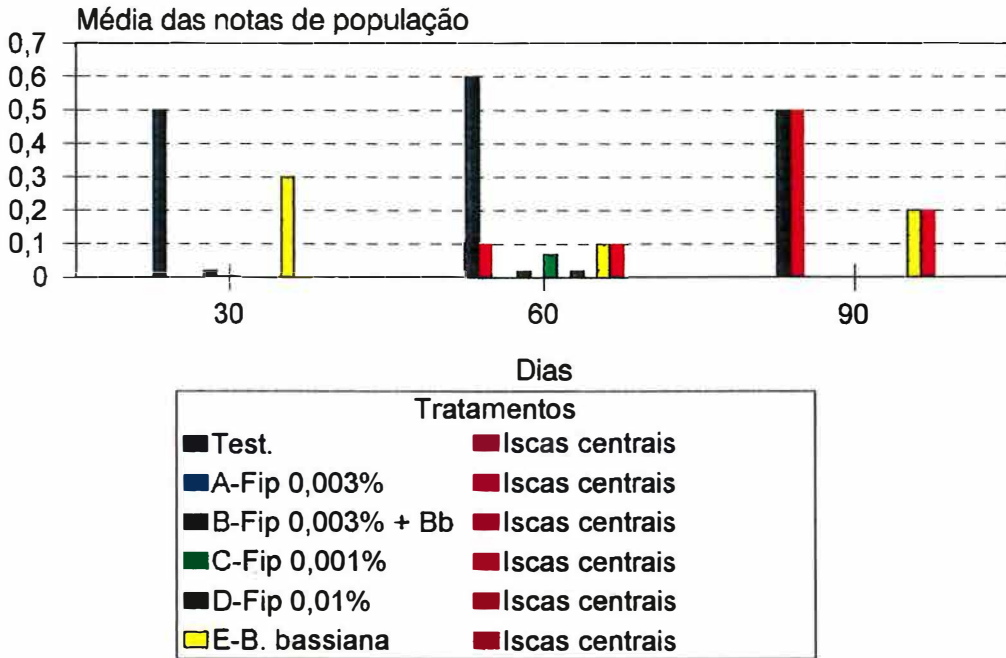


Figura 7.3. Comparação das médias das notas da população de *Heterotermes tenuis* nos tratamentos com as médias nas iscas centrais para monitoramento das parcelas em 30, 60 e 90 dias (Altinópolis - SP).

8 CONCLUSÕES

1. O cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* forrageia na cultura da cana-de-açúcar durante todo o ano, porém com menor intensidade durante o período de junho a agosto.
2. A reforma do canavial provoca uma redução na população de *H. tenuis* na camada arável do solo, a qual volta a se estabelecer alguns meses depois.
3. As seguintes espécies e gêneros são coletados nas iscas Termitrap: *H. tenuis*, *Cornitermes cumulans*, *Procornitermes* sp., *Nasutitermes* sp., *Syntermes* sp., *Neocapritermes* sp., *Ruptitermes* sp. e *Anoplotermes* sp..
4. A área de forrageamento de *H. tenuis*, a partir de uma colônia, determinou-se uma ação até 1.256 m², em cana-de-açúcar.
5. A ação isolada de *B. bassiana*, na redução da população de *H. tenuis* em cana, é mais lenta do que quando o fungo é associado a uma concentração sub-letal dos inseticidas imidacloprid e fipronil.
6. A isca Termitrap, com inseticida, associada ou não ao fungo *B. bassiana* provoca redução na população de *C. cumulans*, mais lentamente do que na população de *H. tenuis*.
7. A utilização da isca/armadilha tipo Termitrap impregnada com inseticida associado ou não ao fungo *B. bassiana* reduz a população de *H. tenuis* em cana-de-açúcar.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUSHAMA, F. T.; KAMBAL, M. A. Field observations on the attack of sugarcane by the termite *Microtermes tragardi* (Sjost.). **Zeitschrift fur Angewandte Entomologie**, v. 82, p. 355-59, 1977.
- ADAMSON, A. M. Laboratory technique for the study of living termites. **Ecology**, v. 22, n. 4, p. 411-14, Oct. 1941.
- AHAMAD, M.; AFZAL, M.; SALIHAN, Z. The effects of different relative humidities on survival and moisture loss of workers and soldiers of *Heterotermes indicola* (Wasman) (Isoptera: Rhinotermitidae) under starvation conditions. **Pakistan Journal Zoology**, v. 14, n.1, p. 65-70, 1982.
- ALMEIDA, J. E. M. Avaliação de fungos entomopatogênicos visando ao controle do cupim subterrâneo *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera, Rhinotermitidae). Piracicaba - SP. 1994. 105 p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Seleção de armadilhas para a captura de *Heterotermes tenuis* (Hagen). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 619-24, dez. 1995.

- ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Mortalidade de *Heterotermes tenuis* (Hagen) atraídos por armadilhas com *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e imidacloprid. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 3, p. 507-512, dez. 1996.
- ALMEIDA, L. C.; PETRI, J. L.; IGLESIAS, A. C. Flutuação populacional e avaliação de danos por cupins em parcelas tratadas com diferentes inseticidas. **Boletim Técnico da Copersucar**, n. 46, p. 37-43, 1989.
- ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M. Novas alternativas para o controle microbiológico de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 95-102.
- ALVES, S. B.; BERTI FILHO, E. Controle dos cupins nas construções urbanas e rurais. **Boletim Técnico ESALQ/CENA**, Piracicaba, n. 4, p. 1-12, 1995.
- ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M.; MOINO JR., A.; STIMAC, J. L.; PEREIRA, R. M. Uso de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* no controle de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) em pastagens. **Ecossistema**, v. 20, p. 50-7, out. 1995.
- ARRIGONI, E. B.; ALMEIDA, L. C.; KASTEN JR., P.; PRECETTI, A. A. C. M. Distribuição de espécies de cupins, em cana-de-açúcar, em unidades cooperadas das regiões de Jaú e Sertãozinho. **Boletim Técnico da Copersucar**, n. 48, p. 38-47, 1989.

- ATU, U. G. Cultural practices for the control of termite (Isoptera) damage to yams and cassava in south-eastern Nigeria. **International Journal of Pest Management**, v. 39, n. 4, p. 462-66, 1993.
- BAO, L. L.; YENDOL, W. G. Infection of the Eastern Subterranean Termite *Reticulitermes flavipes* (Kollar) with the fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. **Entomophaga**, v. 16, n. 3, p. 343-52, 1971.
- BARNETT, E. A.; COWIE, R. H. Toxicity of a dihaloalkyl arylsulfone biocide, A-9248, to the fungus cultivated by the fungus-growing termite *Microtermes* sp. nr. *lepideus* (Isoptera: Macrotermitidae). **Sociobiology**, v. 16, n. 3, p. 241-46, 1990.
- BEARD, R. L. Ants as predators of *Reticulitermes flavipes*. **Environmental Entomology**, v. 2, n. 2, p. 397-99, June 1973.
- BLACKWELL, M.; KIMBROUGH, J. W. Ultrastructure of the termite associated fungus *Laboulbeniopsis termitarius*. **Mycologia**, v. 68, p. 541-50, 1976.
- BLACKWELL, M. *Hormiscioideus filamentosus* Gen. Et. sp Nov., a termite-infesting fungus from Brazil. **Mycologia**, v. 70, p. 1274-80, 1978.
- BLACKWELL, M. New records of termite-infesting fungi. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 35, p. 101-04, 1980.

- BOUCIAS, D. G.; STOKES, C. ; STOREY, G.; PENDLAND, J. C. The effects of imidacloprid on the termite *Reticulitermes flavipes* and its interaction with the mycopathogen *Beauveria bassiana*. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, v. 49, n. 2, p. 103-144, 1996.
- CORNELIUS, M. L.; GRACE, J. K.; FORD, P. W.; DAVIDSON, B. S. Toxicity and repellence of semiochemicals extrated from a Dolichoderinae and (Hymenoptera: Formicidae) to the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 24, n. 5, p. 1263-69, Oct. 1995.
- COSTA-LEONARDO, A. M.; THORNE, B. L. Iscas e outras metodologias alternativas para o controle de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 89-94.
- COWIE, R. H.; LOGAN, J. W. M.; WOOD, T. G. Termite (Isoptera) damage and control in tropical forestry with special reference to Africa and Indo-Malaysia: a review. **Bulletin of Entomological Research**, v. 79, p. 173-84, 1989.
- CZEPACK, C; FERREIRA, E.; NOGUEIRA, S. B. Identificação e quantificação de cupins rizófagos na cultura do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 8, p. 871-75, ago. 1988.
- DANTHARANAVANA, W.; VITARANA, S. I. Control of the live-wood tea termite *Glyptotermes dilatatus* using *Heterorhabditis* sp. (Nemat.). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 19, p. 333-42, 1987.

- DELATE, K. M.; GRACE, J. K. Susceptibility of neem to attack by the Formosan Subterranean Termite, *Coptotermes formosanus* Shr. (Isopt., Rhinotermitidae). **Journal Applied Entomology**, v. 119, p. 93-5, 1995.
- DISNEY, R. H. L. Two remarkable new species of scuttle-fly (Diptera: Phoridae) that parasitize termites (Isoptera) in Sulawesi. **Systematic Entomology**, v. 11, n. 4, p. 413-22, 1986.
- DUNCAN, F. D.; HEWITT, P. H. Observations on the foraging behaviours of the harvester termite, *Hodotermes mossambicus* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 79, p. 631-42, 1989.
- EPSKY, N. D.; CAPINEIRA, J. L. Efficacy of the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* against a subterranean termite *Reticulitermes tibialis* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 81, n. 5, p. 1313-17, 1988.
- ESENTHER, G. R.; BEAL, R. H. Attractant-Mirex bait suppress activity of *Reticulitermes* spp. **Journal of Economic Entomology**, v. 67, n. 1, p. 85-88, 1974.
- ESENTHER, G. R.; BEAL, R. H. Insecticidal baits on field plot perimeters suppress *Reticulitermes*. **Journal of Economic Entomology**, v. 71, n. 4, p. 604-07, 1978.

- FERNANDES, P. M.; ALVES, S. B. Controle de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera: Termitidae) com *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill; e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. em condições de campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 20, n. 1, p. 45-9, jul. 1991.
- FERNANDES, P. M.; ALVES, S. B. Preferência alimentar e danos de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera - Termitidae) às plantas cultivadas, em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, n. 2, p. 125-32, 1992a.
- FERNANDES, P. M.; ALVES, S. B. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsh.) Sorok. para o controle de *Cornitermes cumulans*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, n. 3, p. 319-28, 1992b.
- FINDLAY, J. B. R. An investigation into the use of insecticidal baits for the control of *Hodotermes mossambicus* (Hagen). **Phytophylactia**, v. 3, p. 97-102, 1971.
- FOWLER, H. G. An epizootic iridovirus of orthoptera (Grylotalpidae: *Scapteriscus borelli*) and its pathogenicity to termites (Isoptera: *Cryptotermes* sp.). **Revista de Microbiologia**, v. 20, n. 1, p. 115-20, janeiro-março, 1989.

FRENCH, J. R. J.; ROBINSON, P. J.; BARTLETT, N. R. A rapid and selective field assessment of termite wood feeding preferences of the subterranean termite *Heterotermes ferox* (Frogg.) using toilet roll and small wood-block baits. **Sociobiology**, v. 6, n. 2, p. 135-51, 1981.

FRENCH, J. R. J.; ROBINSON, P. J. Baits for aggregation large numbers of subterranean termites. **Journal of Australian Entomological Society**, v. 20, p. 75-76, 1981.

FRENCH, J. R. J.; ROBINSON, P. J. A technique used on mounds of *Coptotermes lacteus* to screen potential bait substracts. **Journal of Australian Entomological Society**, v. 24, n. 2, p. 111-112, 1985.

FRENCH, J. R. J. Baiting techniques for control of *Coptotermes* species within buildings in Australia. In: PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON CURRENT RESEARCH ON WOOD-DESTROYING ORGANISMS AND FUTURE PROSPECTS FOR PROTECTING WOOD IN USE, 1, Bend, 1989. **Proceedings**. Berkley: Pacific Southwest Research Station, 1991. p. 46-50.

FRENCH, J. R. J.; RASMUSSEN, R. A.; EWART, D. M.; KHALIL, M. A. K. The gaseous environment of mound colonies of the subterranean termite *Coptotermes lacteus* (Isoptera; Rhinotermitidae) before and after feeding on mirex-treated decayed wood blocks. **Bulletin of Entomological Research**, v. 87, p. 145-149, 1997.

- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO LIMA, R. P.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Manual de Entomologia Agrícola**, São Paulo: Ed. Ceres, 1988. cap. 106, p. 560-65: Pragas gerais
- GAO, D. R. Use of attractants in bait toxicants for the control of *Coptotermes formosanus* Shiraki in China. **Research Extension Series-Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources**, v. 83, p. 53-7, 1987.
- GITONGA, W.; FILENBERG, J.; MANIANIA, N. K.; OCHIEL, G. R. S. The potential of *Metarhizium anisopliae* (Mesch.) Sorok. and *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. as biological control agents of termites in Kenya. In: ANNUAL MEETING AND COLLOQUIUM ON *Bacillus thuringiensis*, 29, Cordoba, 1996. Abstracts. Cordoba: Invertebrate Pathology Society, 1996. p. 31.
- GRACE, J. K.; ABDALLAY, A.; FARR, K. R. Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) foraging territories and populations in Toronto. **The Canadian Entomologist**, v. 121, p. 551-56, July, 1989.
- GRACE, J. K.; ABDALLAY, A. A short-term dye marking Eastern Subterranean Termites (*Reticulitermes flavipes* Koll) (Isoptera; Rhinotermitidae). **Journal Applied Entomology**, v. 109, p. 71-75, 1990.

- GRACE, J. K. Behaviour ecology of subterranean termite and implications for control. In: PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON CURRENT RESEARCH ON WOOD-DESTROYING ORGANISMS AND FUTURE PROSPECTS FOR PROTETING WOOD IN USE, 1, Bend, 1989. **Proceedings**, Berkley: Pacific Southwest Research Station, 1991a. p. 43-5.
- GRACE, J. K. Reponse of Eastern and Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) to borate dust and soil treatments. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 6, p. 1753-57, 1991b.
- GRACE, J. K.; YAMAMOTO, R. T.; EBESU, R. H. Laboratory evaluation of the novel soil insecticide silafluorfen against *Coptotermes formosanus* Shikari (Isoptera, Rhinotermitidae). **Journal of Applied of Entomology**, v. 113, n. 5, p. 466-71, 1992.
- GRACE, J. K. Protocol for testing effects of microbial pest control agents on non-target subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 87, n. 2, p. 269-74, 1994.
- HAAGSMA, K. A.; RUST, M. K. Colony size estimates, foraging trends, and physiological characteristics of the Western subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 24, n. 6, p. 1520-28, dec. 1995.
- HALL, D. W. Potential for microbial control of subterranean termites. In: ROSEN, D.; BENNETT, F. D.; CAPINEIRA, J. L. (eds.) **Pest management on the subtropics: biological control - a Florida perspective**. 1^a ed. Andover: Britsh Library, 1994. cap. 20, p. 381-93.

- HANEL, H. A bioassay for measuring the virulence of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Fungi imperfecti) against the termite *Nasutitermes exitiosus* (Hill) (Isoptera, Termitidae). **Zeitschrift fur Angewandte Entomologie**, v. 92, p. 9-18, 1981.
- HANEL, H. Selection of a fungus species, suitable for the biological control of the termite *Nasutitermes exitiosus*. **Zeitschrift fur Angewandte Entomologie**, v. 94, p. 237-45, 1982a.
- HANEL, H. The life cycle of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in the termite *Nasutitermes exitiosus*. **Mycopathologia**, v. 80, p. 137-45, 1982b.
- HANEL, H.; WATSON, J. A. L. Preliminary field tests on the use of *Metarhizium anisopliae* for the control of *Nasutitermes exitiosus* (Hill) (Isoptera: Termitidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 73, n. 2, p. 305-13, 1983.
- HARRIS, W. V. Termites as pests of sugar cane. In: WILLIAMS, J. R.; METCLIFE, J. R.; MUNGOMERY, R. W.; MATHES, R. (eds.) **Pests of Sugar Cane**. New York: Ed. Elsevier, 1984. cap. 11, p. 225-35.
- HAVERTY, M. I.; SU, N. Y.; TAMASHIRO, M.; YAMAMOTO, R. Concentration-dependent presoldier induction and feeding deterrency: potential of two insect growth regulator for remedial control of the Formosan subterranean termite (Isoptera; Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 82, n. 5, p. 1370-74, 1989.

- HENDERSON, G.; DELAPLANE, K. S. Formosan subterranean termite sucarming behaviour and alate sex-ratio (Isoptera: Rhinotermitidae). **Insect Society**, v. 41, p. 19-28, 1994.
- HOWARD, R. W. Effects of methoprene on laboratory colonies of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) (Isoptera, Rhinotermitidae). **Journal of the Georgia Entomological Society**, v. 19, n. 3, p. 291-98, July 1984.
- JONES, S. C. Evaluation of two insect growth regulators for the bait-block method of subterranean termite (Isoptera; Rhinotermitidae) control. **Journal of Economic Entomology**, v. 77, n. 5, p. 1086-91, 1984.
- JONES, S. C. Delineation of *Heterotermes aureus* (Isoptera: Rhinotermitidae) foraging territories in a Sonorian desert grassland. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 4, p. 1047-54, Aug. 1990.
- JONES, S. C. Field evaluation of boron as a bait toxicant for control of *Heterotermes aureus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 19, n. 1, p. 187-209, 1991.
- JONES, S. C.; TROSSET, M. W.; NUTTING, W. C. Baits and abiotic influences on foraging of *Heterotermes aureus* (Snyder) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 16, n. 3, p. 791-95, June 1987.

- JONES, W. E.; KENNETH GRACE, J.; TAMASHIRO, M. Virulence of seven isolates of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 25, n.2, p.481-487, Apr. 1996.
- KEVORKIAN, A. G. A. A fungus parasitic on *Coptotermes cuvignathus*, Holmgr. **Nature**, v. 160, p. 120, July 1947.
- KIMBROUGH, J. W.; MORALES, M. I. A new species of *Dimeromyces* (Laboulbeniales) on subterranean termites. **Mycologia**, v. 64, p. 388-93, 1972.
- KING, E. G.; SPINK, W. T. Development of incipient Formosan subterranean termite colonies in the field. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 68, n. 2, p. 355-58, Mar. 1975.
- KHAN, S. R.; ALDRICH, H. C. The haustoria of *Termitaria snyderi*. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 25, p. 247-60, 1975.
- KRAMM, K. R.; WEST, D. F. Termite pathogens: effects of ingested *Metarhizium*, *Beauveria*, and *Gliocladium* conidia on worker termites (*Reticulitermes* sp.). **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 40, p. 7-11, 1982.

- KRAMM, K. R.; WEST, D. F.; ROCKENBACH, P. G. Termite pathogens: transfer of the entomopathogen *Metarhizium anisopliae* between *Reticulitermes* sp. termites. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 40, p. 1-6, 1982.
- KUMARASINGHE, N. C.; RANASINGHE, M. A. S. K. Incidence of termite damage in sugar cane grown in Sri Lanka. **Beitrage zur Tropiden Landwirtschaft und Veterinarmedizin**, v. 26, n. 3, p. 303-07, 1988.
- LAI, P. Y.; TAMASHIRO, M.; FUJII, J. K. Pathogenicity of six strains of entomogenous fungi to *Coptotermes formosanus*. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 39, p. 1-9, 1982.
- LADUGUIE, N.; ROBERT, A.; BONNARD, O.; VIEAUV, F.; LEQUERE, J. L.; SEMON, E.; BORDERAU, C. Isolation and identification of (3Z, 6Z, 8E)-3, 6, 8 - Dodecatrion -1 - ol in *Reticulitermes santonensis* Feytud (Isoptera, Rhinotermitidae): Roles in worker trail-following and in alate sex-attraction behaviour. **Journal of Insect Physiology**, v. 40, n. 9, p. 781-87, 1994.
- LEVIN, D. B.; ADACHI, D.; WILLIAMS, L. L.; MYLES, T. G. Host specificity and molecular characterization of the Entomopoxvirus of the lesser migratory grasshopper *Melanoplus sanguinipes*. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 62, p. 241-47, 1993.
- LOECK, A. E.; NAKANO, O. Persistência de dois inseticidas piretróides num solo barro-areno-argiloso em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 7, p. 709-15, jul. 1988.

- LOGAN, J. W. M.; COWIE, R. H.; WOOD, T. G. Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review. **Bulletin of Entomological Research**, v. 80, p. 309-30, 1990.
- LOGAN, J. W. M.; RAJAGOPAL, D.; WIGHTMAN, J. A.; PEARCE, M. J. Control of termites and other soil pests of groundnuts with special reference to controlled release formulations of non-persistent insecticides in India and Sudan. **Bulletin of Entomological Research**, v. 82, p. 57-66, 1992.
- LONGHURST, C.; JOHNSON, R. A.; WOOD, T. G. Predation by *Megapomonera foetens* (Fabs.) (Hymenoptera: Formicidae) on termites in the Nigerian Southern Guinea Savana. **Oecologia**, v. 32, n. 1, p. 101-07, 1978.
- LONGHURST, C.; JOHNSON, R. A.; WOOD, T. G. Foraging, recruitment and predation by *Decamorium ueleve* (Sanstchi) (Formicidae: Myrmicinae) on termites in Southern Guinea Savanna, Nigeria. **Oecologia**, v. 38, n. 1, p. 83-91, 1979a.
- LONGHURST, C.; BAKER, R.; HOWSE, P. E. Termite predation by *Megaponera foetens* (Fab.) (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Chemical Ecology**, v.5, n.5, p.703-719, 1979b.
- MACEDO, N. Atualização no controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 121-26.

- MACEDO, N.; BOTELHO, P. S. M.; CASALI, I. J.; RIBEIRO, L. D. Controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) em dois cortes de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: SEB, 1997a. p. 190.
- MACEDO, N.; CAMPOS, M. B. S.; BOTELHO, P. S. M. Iscas no controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997b. **Resumos**. Salvador: SEB. 1997b. p. 190.
- MAULDIN, J. K.; BEAL, R. H. Entomogenous nematodes for control of subterranean termites, *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 82, n. 6, p. 1638-42, 1989.
- McMAHAN, E. A. Adaptations, feeding preferences, and biometrics of a termite-baiting assassin bug (Hemiptera: Reduviidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 76, n.3, p. 483-86, May, 1983.
- MILL, A. E. Faunal studies on termites (Isoptera) and observations on their ant predators (Hymenoptera: Formicidae) in the Amazon basin. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 26, n. 3/4, p. 253-60, dez. 1982.
- MILL, A. E. Termites as agricultural pests in Amazonia Brazil. **Outlook on Agriculture**, v. 21, n. 1, p. 41-6, 1992.
- MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. Dados de produção vegetal - IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**, v. 54, p. 3-29, 1994.

- MYLES, T. G. The trap-treat-release technique for control of subterranean termites. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 19. Beijing, 1992. Resumos. Beijing, 1992. p. VIII W-1.
- NGUYEN, K. B.; SMART, Jr, G. C. *Neosteinerinema longicurvicauda* n. gen. n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a parasite of the termite *Reticulitermes flavipes* (Kollar). **Journal of Nematology**, v. 26, n. 2, p. 162-74, June 1994.
- NOVARETTI, W. R. T. Controle de cupins em cana-de-açúcar através do emprego de inseticidas de solo. **Boletim Técnico da Copersucar**, n. 33, p. 39-44, 1985.
- NOVARETTI, W. R. T.; CARDERAN, J. O.; TOTINO, L. C.; NELLI, E. J.; STRABELLI, J.; BORTOLIN, J. R. Experimentos de controle de cupins em cana-de-açúcar. **Boletim Técnico da Copersucar**, n. 42, p. 12-24, 1988.
- NOVARETTI, W. R. T.; CARDERAN, J. O.; CARPANEZZI, A. Efeito do cultivo químico de soqueiras no controle das principais pragas de solo da cana-de-açúcar. **Nematologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 69-81, abr. 1991.
- OSBRINK, W. L. A.; SCHEFFRAHN, R. H.; SU, N. Y.; RUST, M. K. Laboratory comparisons of sulfurlyl fluoride toxicity and mean time of mortality among ten termite species (Isoptera; Hodotermitidae, Kalotermitidae, Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 80, n. 5, p. 1044-47, June 1987.

- OSTAFF, D.; GRAY, D. E. Termite (isoptera) suppression with toxic baits. **Canadian Entomologist**, v. 107, n. 12, p. 1312-1325, Mar. 1975.
- PATTON, R.; MILLER, L. R. Control of *Mastotermes darwiniensis* Froggatt (Isoptera: Mastotermitidae) with Mirex baits. **Australian Forest Research**, v. 10, n. 3, p. 294-98, 1980.
- PEARCE, M. J. A new trap for collecting termites and assessing their foraging activity. **Tropical Pest Management**, v. 36, n. 3, p. 310-11, 1990.
- PIZANO, M. A.; FONTES, L. R. O. Ocorrência de *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *H. longiceps* (Snyder, 1924) (Isoptera, Rhinotermitidae) atacando cana-de-açúcar no Brasil. **Brasil Açucareiro**, v. 104, n. 3 e 4, p. 29, 1986.
- PIZANO, M. A. Cupins em área canavieira. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 103-13.
- PRESTWICH, G. D.; MAULDIN, J. K.; ENGSTROM, J. B.; CARVALHO, J. F.; CUPO, D. Y. Comparative toxicity of fluorinated lipids and their evaluation as bait-block toxicants for the control of *Reticulitermes* spp. (Isoptera; Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 76, n. 4, p. 690-95, 1983.

- RATH, A. C.; TIDBURY, C. A. Susceptibility of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) and *Nasutitermes exitiosus* (Isoptera: Termitidae) to two commercial isolates of *Metarhizium anisopliae*. **Sociobiology**, v. 28, n. 1, p. 67-72, 1996.
- RUST, M. K.; SMITH, J. L. Toxicity and repellence of components in formulated termiticides against Western subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 86, n. 4, p. 1131-35, 1993.
- SANDS, W. A. The role of termites in tropical agriculture. **Outlook on Agriculture**, v. 9, n. 3, p. 136-43, 1977.
- SANNASI, A. Histopathology of the integument of the infected queen of the mound-building termite *Odontotermes obesus*. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 13, p. 4-10, 1969a.
- SANNASI, A. Studies of an insect mycosis. II. Biochemical changes in the blood of the queen of the Mound-building termite *Odontotermes obesus* accompanying fungal infection. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 13, p. 11-14, 1969b
- SANTOS, M. M.; FERNANDES, P. M.; LIMA, S. O.; SOARES, R. A. B. Preferência alimentar de *Cornitermes cumulans* e *Cornitermes snyderi* à variedades de cana-de-açúcar em condições de laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: SEB, 1997. p. 328.

- SCHOKNECHT, U.; RUDOLPH, D.; HERTEL, H. Termite control with microencapsulated permethrin. **Pesticide Science**, v. 40, p. 49-55, 1994.
- SHAHID, A. S.; AKHTAR, M. S. Termite (Isoptera) population and damage in sugarcane field at Gorja, Toba Tek Singh, Pakistan. **Pakistan Journal Zoological**, v. 24, n. 2, p. 161-164, 1992.
- SMITH, J. L.; RUST, M. K. Vapor activity of insecticides used for subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) control. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 1, p. 181-84, 1991.
- SMITH, J. L.; RUST, M. K. Activity and water-induced movement of termiticides in soil. **Journal of Economic Entomology**, v. 85, n. 2, p. 430-34, 1992.
- SMYTHE, R. V.; COPPEL, H. C. The susceptibility of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and other termite species to an experimental preparation of *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 7, p. 423-26, 1965.
- SMYTHE, R. V.; COPPEL, H. C. Pathogenicity of externally occurring fungi to *Reticulitermes flavipes*. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 8, p. 266-7, 1966.
- SU, N. Y. Field evaluation of a hexaflumuron bait for population suppression of subterranean termites. **Journal of Economic Entomology**, v. 87, n. 2, p. 389-97, 1994.

SU, N. Y.; LA FAGE, J. P. Comparison of laboratory methods for estimating wood consumption rates by *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Annals of Entomological Society of America**, v. 77, n. 2, p. 125-29, Mar. 1984.

SU, N. Y.; TAMASHIRO, M.; YATES, J. R.; HAVERTY, M. I. Foraging behaviour of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Environmental Entomology**, v. 13, n. 6, p. 1466-70, Dec. 1984.

SU, N. Y.; LA FAGE, J. P. Effects of starvation and maintenance of soldier proportion in laboratory groups of the Formosan subterranean termites *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Annals of Entomological Society of America**, v. 79, n. 2, p. 312-16, Mar. 1986.

SU, N. Y.; TAMASHIRO, M.; HAVERTY. Characterization of slow-acting insecticides for the remedial control of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 80, n. 1, p. 1-4, Sep. 1987.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Toxicity and feeding deterrency of a dihaloakyl arylsulfone Biocide, A-9248, against the Formosan subterranean termite (Isoptera; Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 81, n. 3, p. 850-54, May 1988a.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Toxicity and lethal time of N-ethyl perfluorooctane sulfonamide against two subterranean termite species (Isoptera; Rhinotermitidae). **Florida Entomologist**, v. 71, n. 1, p. 73-8, Mar. 1988b.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Comparative effects of an Insects Growth Regulator, S-31183, against the formosan termite and Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 82, n. 4, p. 1125-29, 1989.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Comparasion of eleven soil termiticides against the Formosan subterranean termite and Eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 83, n. 5, p. 1918-24, 1990.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Population suppression of subterranean termites by slow-acting toxicants. In: PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON CURRENT RESEARCH WOOD-DESTROYING ORGANISMS AND FUTURE PROSPECTS FOR PROTETING WOOD IN USE, 1, Bend, 1989. **Proceedings**. Berkley: Pacific Southwest Research Station, 1991a. p. 51-7.

SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Laboratory evaluation of two slow-acting toxicants against Formosan and Eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 1, p. 170-75, 1991b.

SU, N. Y.; BAN, P. M.; SCHEFFRAHN, R. H. Suppression of foraging populations of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) by field application of a slow-acting toxicant bait. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 5, p. 1525-31, 1991.

- SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H.; BAN, P. M. Barrier efficacy of pyrethroid and organophosphate formulations against subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 86, n. 3, p. 772-76, 1993.
- SU, N. Y.; SCHEFFRAHN, R. H. Laboratory evaluation of two chitin synthesis inhibitors, hexaflumuron and diflubenzuron, as bait toxicants against Formosan and Eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 86, n. 5, p. 1453-57, 1993.
- SU, N. Y.; TOKORO, M.; SCHEFFRAHN, R. M. Estimating oral toxicity of slow-acting toxicants against subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 87, n. 2, p. 398-401, 1994.
- TAMASHIRO, M.; FUJII, J. K.; LAI, P. Y. A simple method to observe, trap, and prepare large number of subterranean termites for laboratory and field experiments. **Environmental Entomology**, v. 2, n. 4, p. 721-22, Aug. 1973.
- TERAN, F. O. Integrated management of soil pests in sugar cane. **Sugar y Azucar**, v. 84, n. 11, p. 23-31, Nov. 1989.
- THAKAR, A. V.; HUSSAIN, T.; SHARMA, A. K. Effect of insecticidal seed treatment, soil application and their combinations to control termite damage in wheat. **Journal Entomologie Research**, v. 15, n. 4, p. 307-09, 1991.

- THOMPSON, L. R. Bait stake detection of the Formosan termite in South Florida. **Florida Entomologist**, v. 68, n. 4, p. 641-45, Dec. 1985.
- THORNE, B. L.; HAVERTY, M. I. An assessment of the potential uses of agonistic behaviours in termite control. In: PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON CURRENT RESEARCH ON WOOD-DESTROYING ORGANISMS AND FUTURE PROSPECTS FOR PROTECTING WOOD IN USE, 1, Bend. 1989. **Proceedings**. Berkley: Pacific Southwest Research Station, 1991. p. 24-27.
- TOKORO, M.; TAKAHASHI, M.; YAMAOKA, R. Identification of trail pheromone precursors from subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shikari (Isoptera; Rhinotermitidae). **Journal of Chemical Ecology**, v. 18, n. 3, p. 517-26, 1992.
- TSUJI, K. Studies on new pesticide formulations. **Journal of Pesticide Science**, v. 14, n. 2, p. 245, 57, May 1989.
- VAN DER LINDE, T. C.; HEWITT, M. C.; VAN DER WESTHUIZEN, M. C.; MITCHELL, J. The use of ^{131}I , ^{125}I and aggressive behaviour to determine the foraging area of *Hodotermes mossambicus* (Hagen) (Isoptera; Rhinotermitidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 79, p. 537-44, 1989.
- YENDOL, W. G.; PASCHKE, J. D. Pathology of an *Entomophthora* infection in the Eastern subterranean termite *Reticulitermes flavipes* (Kollar). **Journal Invertebrate Pathology**, v. 7, p. 414-22, 1965.

- YENDOL, W. G.; ROSARIO, S. B. Laboratory evaluation of methods for inoculating termites with entomophthoraceous fungi. **Journal of Economic Entomology**, v. 65, n. 4, p. 1027-29, Aug. 1972.
- WALLER, D. A.; LA FAGE, J. P. Food quality and foraging response by the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shikari (Isoptera: Rhinotermitidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 77, p. 417-24, 1987.
- ZECK, W. M.; MONKE, B. J. Synergy in soil and bait applications of imidacloprid with entomogenous fungi in termite control. In: ANNUAL MEETING OF THE ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, 25, Baltimore, 1992. Bayer, Germany, 1992, p. 1-17.
- ZOBERI, M. H. *Metarhizium anisopliae*, a fungal pathogen of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Mycologia**, v. 87, n. 3, p. 354-59, 1995.